

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-236093

(43)Date of publication of application : 05.09.1995

(51)Int.Cl.

H04N 5/335

A61B 6/00

G06T 1/00

H01L 31/09

(21)Application number : 06-022797

(71)Applicant : TOSHIBA MEDICAL ENG CO LTD
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.02.1994

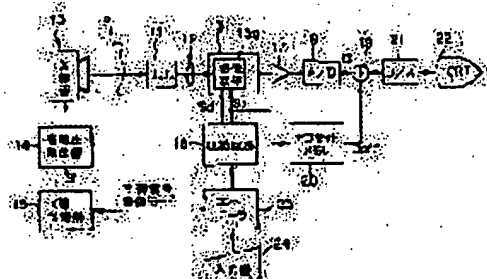
(72)Inventor : NAGAI SEIICHIRO
NISHIKI MASAYUKI
KOBAYASHI NOBUO
HAYASHI MIKITO
SHIRAISHI KUNIO

(54) IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an image pickup device capable of reducing the remaining correction and the deviation of correction and producing an image of high resolution by accurately correcting the offset amount due to the dark current of the solid-state image pickup element.

CONSTITUTION: The device is provided with a solid-state image pickup element 13a which outputs the picture data corresponding to the picked up optical image. It is also provided with a storage means (offset memory 20) storing the correction data measured to correct the offset amount due to the dark current for each picture element of the solid-state image pickup element 13a and an offset correction means (driving circuit 20 and adder 19) correcting the picture data of the solid-state image pickup element 13a based on the correction data stored in the storage means. Further, the offset correction amount is changed according to the image pickup time, the temperature of the solid-state image pickup element, picture element value, the location of the picture element. When the picture element value is high, the replacement of the picture element value itself is performed. The offset correction is performed based on the analog amount. Further, the correction and the change of data is performed according to the presence of the picture element value dependent area in the characteristic of the correction data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Image pick-up equipment equipped with a solid state image sensor which outputs image data which consists of a pixel value corresponding to a picturized optical image characterized by providing the following A storage means to memorize amendment data with which it was beforehand measured for amending the amount of offset resulting from the dark current for every pixel of the above-mentioned solid state image sensor An offset amendment means to amend image data from the above-mentioned solid state image sensor for every pixel based on amendment data memorized by this storage means

[Claim 2] It is image pick-up equipment according to claim 1 which is data which a property over a pixel value of said amendment data had a pixel value dependence region depending on a pixel value, and the amendment data was measured before the time of use of the image pick-up equipment concerned, and was memorized.

[Claim 3] Said amendment data is image pick-up equipment according to claim 2 which is data which was made to carry out incidence of the quantity of light of a pixel value corresponding to fields other than said pixel value dependence region to said solid state image sensor, and was measured.

[Claim 4] Image pick-up equipment according to claim 3 which added an amendment data modification means to change said amendment data based on one or more combination at least among each parameter of imaging time which continues carrying out incidence of said optical image to said solid state image sensor, temperature of said solid state image sensor, a pixel value of said image data, and a location of said pixel.

[Claim 5] The image pick-up equipment according to claim 4 characterized by to add a decision means judge for every pixel whether amendment data changed by said amendment data modification means exceeds a reference value, and a substitute means replace a pixel value of a pixel for [that] decision by pixel value calculated from a pixel value of a pixel of that near when it is judged that the above-mentioned amendment data exceeds a reference value with this decision means.

[Claim 6] The image pick-up equipment according to claim 4 characterized by to add a substitute means replace the pixel value of the pixel by the pixel value which calculated from the pixel value of the pixel of the near when in agreement with the substitute address the pixel location for [by said solid state image sensor] an image pick-up made the address the above-mentioned substitute address memory means remember to be a substitute address memory means to by_which the address with the necessity of replacing said image data was made to memorize beforehand.

[Claim 7] Said offset amendment means is image pick-up equipment according to claim 4, 5, or 6 characterized by having an A/D converter which changes an addition result of this adder into digital quantity while having an adder adding a D/A converter which changes amendment data into an analog quantity, translation data of an analog quantity of this D/A converter, and image data of an analog quantity of said solid state image sensor.

[Claim 8] This amendment data is image pick-up equipment according to claim 1 which is output data at the time of dark measured in the condition that a property over a pixel value of said amendment data is a property independent of a pixel value, and a solid state image sensor does not carry out incidence of the optical image.

[Claim 9] Output data are image pick-up equipment according to claim 8 which is data measured in a frame period of the just before at the time of an image pick-up, and added an amendment data modification means to change output data based on imaging time which continues carrying out incidence of said optical image to said solid state image sensor at the time of the above-mentioned dark at the time of said dark.

[Claim 10] The image pick-up equipment according to claim 9 characterized by to add a decision means judge for every pixel whether amendment data changed by said amendment data modification means exceeds a reference value, and a substitute means replace a pixel value of a pixel for [that] decision by pixel value calculated from a pixel value of a pixel of that near when it is judged that the above-mentioned amendment data exceeds a reference value with this decision means.

[Claim 11] The image pick-up equipment according to claim 9 characterized by to add a substitute means replace the pixel value of the pixel by the pixel value which calculated from the pixel value of the pixel of the near when in agreement with the substitute address the pixel location for [by said solid state image sensor] an image pick-up made the address the above-mentioned substitute address memory means remember to be a substitute address memory means to by_ which the address with the necessity of replacing said image data was made to memorize beforehand.

[Claim 12] Said offset amendment means is image pick-up equipment according to claim 9, 10, or 11 characterized by having an A/D converter which changes an addition result of this adder into digital quantity while having an adder adding a D/A converter which changes amendment data into an analog quantity, translation data of an analog quantity of this D/A converter, and image data of an analog quantity of said solid state image sensor.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to image pick-up equipment using solid state image sensors, such as CCD (Charge Coupled Device), as an image sensor which is applied to the image pick-up equipment used for X-ray-diagnosis equipment etc., especially picturizes an optical image.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, there is a medical X-ray fluoroscope as a device carrying this kind of image pick-up equipment. In this X-ray fluoroscope, the X-ray which has penetrated analyte is changed into a lightwave signal by the image intensifier (I.I.), and incidence of this lightwave signal is carried out to image pick-up equipment. A lightwave signal is changed into an electrical signal by the solid state image sensor of the TV camera with image pick-up equipment. And based on the electrical signal outputted from this image pick-up equipment, a fluoroscopy image is displayed on a monitor.

[0003] In the solid state image sensor, it has the effective pixel field which actually carries out photo electric conversion of the photographic subject image, and the shaded pixel field which is called optical black (optical black) among the photo detectors arranged at a light sensing portion. Since the dark current from an effective pixel field is superimposed by the output current of each pixel of an effective pixel field as an offset part as it is while the dark current is outputted from the pixel field of this optical black, it is necessary to amend this offset.

[0004] There is various technique in this offset amendment. As one of them, the location of a defective (blemish) pixel whose output is more than fixed level at the time of dark is beforehand detected from an image at the time of dark, and there is the technique of replacing the pixel value of the defective pixel with the pixel value of a contiguity pixel. Moreover, as another technique, like for example, the JP,2-164184, A publication, memory is made to memorize an output at the time of dark to the timing which does not carry out incidence of the optical image to a solid state image sensor, this storage value is deducted from the output of the solid state image sensor at the time of optical image incidence, and the technique of performing offset amendment for every pixel by digital processing by this is also known.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were the following various unsolved problems in the conventional HOFUSETTO amendment mentioned above.

[0006] first, the image pick-up mode in which imaging time is long in use it in the condition that the temperature of a solid state image sensor is high when a defective pixel originates in dispersion in the dark current by the technique replace with the pixel value of a contiguity pixel -- use it (that is, the optical storage time be large) -- since the number of defective pixels increases inevitably, the substitute of a mere pixel value was inadequate, amendment remnants increased, and there was a problem that where of the space resolution of an image deteriorates. Moreover, although components other than the dark current were parts for a normal signal, it means that they had thrown away the normal signaling information by substitute, and they had the problem that the amount of information acquired from an image decreased.

[0007] On the other hand, the technique of deducting an output from the output at the time of optical incidence at the time of dark was also left behind following un-arranging -- amendment precision is low.

[0008] First, when the amount of amendments for every pixel is using the solid state image sensor depending on a pixel value, the pixel value property for every pixel address is expressed like drawing 21 . In this drawing, if conditions, such as temperature and the optical storage time, are changed into conditions 2 from conditions 1 while taking the pixel address along a horizontal axis and taking a pixel value along an axis of ordinate, the average level of a pixel value

shows signs that it changes from a graph 1 to a graph 2. Thereby, the variations for every pixel is also changing from the variations 1 to the variations 2 (for example, it becomes large). The amendment property over this solid state image sensor is usually expressed like a graph given in drawing 21. A pixel value (average level of = intensity of light) is taken along a horizontal axis, a variations (= the amount of amendments) is taken along an axis of ordinate, and the "pixel value-variations" property of a certain pixel is expressed. this property shows -- as -- pixel value = 0 (at namely, the time of dark output) to a certain value PVd up to -- a range (pixel value dependence region Rp) -- a variations value -- from a certain initial value -- gradually -- increasing -- pixel value PVd A variations value is fixed henceforth. In the case of the solid state image sensor in which such a property is shown, it is the pixel value dependence region Rp. Since an output differs from the amount of amendments then at the time of dark, it is the pixel value dependence region Rp. At the time of the incident light level which enters, there is un-arranging [that exact offset amendment cannot be performed].

[0009] Pixel value dependence region [in / be / as mentioned above / the amount of amendments for every pixel / dependent on a pixel value on the other hand, that is, / drawing 22] Rp Since imaging time changes according to image pick-up mode even when using the solid state image sensor of the flat property which is not, the required amount of amendments also changes. However, it cannot amend correctly only by deducting the amount of amendments of the constant value which is an output at the time of dark as mentioned above. That is, although the optical storage time of an image sensor changes according to image pick-up mode and it depends for the amount of amendments for every pixel on the optical storage time, it is because the storage time of an output is not necessarily in agreement with the storage time at the time of an image pick-up at the time of dark, so the exact amount of amendments cannot be obtained.

[0010] Furthermore, since it is necessary like a JP,2-164184,A publication to also assign bit length to the amount of amendments of each pixel (positive or negative) when performing offset amendment by digital processing, bit length (dynamic range) effective in a pixel value decreases. For example, supposing a dynamic range is amount = of amendments 100 in 4096 (= 12 bits), effective bit length will be set to $4096 - 100 = 3996$.

[0011] This invention was made in view of the problem of the conventional technology mentioned above, it is used in the condition that the temperature of an image sensor is high, or even when imaging time is long, it reduces amendment remnants (amendment dispersion), and it makes it the 1st purpose to enable it to prevent deterioration of space resolution. Moreover, it sets it as the 2nd purpose to prevent reduction of the amount of information acquired from an image. Furthermore, even when the amount of amendments for every pixel uses the solid state image sensor of the type depending on a pixel value, it sets it as the 3rd purpose to perform high offset amendment of precision. By the case where the amount of amendments for every pixel uses the solid state image sensor of the type independent of a pixel value further again, even when imaging time changes, it sets it as the 4th purpose that it is made to perform more exact offset amendment.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to make the above-mentioned purpose attain, with image pick-up equipment concerning this invention, it has a solid state image sensor which outputs image data which consists of a pixel value corresponding to a picturized optical image. Furthermore, let it be an important section to have had an offset amendment means to amend image data from the above-mentioned solid state image sensor for every pixel based on amendment data memorized by a storage means to memorize amendment data measured beforehand and this storage means for amending the amount of offset resulting from the dark current for every pixel of the above-mentioned solid state image sensor.

[0013] Especially a property of as opposed to a pixel value of said amendment data with image pick-up equipment concerning invention according to claim 2 to 4 has a pixel value dependence region depending on a pixel value, and this amendment data is data measured at the time of shipment of the image pick-up equipment concerned. For example, said amendment data is data which was made to carry out incidence of the quantity of light of a pixel value corresponding to fields other than said pixel value dependence region to said solid state image sensor, and was measured at the time of shipment. Moreover, an amendment data modification means to change said amendment data based on imaging time which continues carrying out incidence of said optical image to said solid state image sensor, temperature of said solid state image sensor, a pixel value of said image data, and one or more combination of each parameter of a location of said pixel was added.

[0014] A substitute means replace the pixel value of the pixel for [that] decision especially again by the pixel value which calculated from a pixel value of a pixel of that near when it is judged that the above-mentioned amendment data exceeds a reference value with a decision means judge for every pixel whether amendment data changed by said amendment data modification means with image pick-up equipment concerning invention according to claim 5 exceeds a reference value, and this decision means added. Moreover, when in agreement with the substitute address the pixel

location for [by said solid state image sensor] an image pick-up made the address the above-mentioned substitute address memory means remember to be a substitute address memory means to by_which the address with the necessity of replacing said image data was made to memorize beforehand, with the image pick-up equipment concerning invention according to claim 6, a substitute means replace the pixel value of the pixel by the pixel value which calculated from the pixel value of the pixel of the near added.

[0015] Especially, with image pick-up equipment concerning invention according to claim 7, said offset amendment means was equipped with an A/D converter which changes an addition result of this adder into digital quantity again while it was equipped with an adder adding a D/A converter which changes amendment data into an analog quantity, translation data of an analog quantity of this D/A converter, and image data of an analog quantity of said solid state image sensor.

[0016] On the other hand, with claim 8 and image pick-up equipment concerning invention of nine publications, a property over a pixel value of said amendment data is a property independent of a pixel value, and this amendment data is output data at the time of dark measured in the condition that a solid state image sensor does not carry out incidence of the optical image. For example, at the time of said dark, output data are data measured in a frame period of the just before at the time of an image pick-up, and added an amendment data modification means to change output data based on imaging time which continues carrying out incidence of said optical image to said solid state image sensor at the time of the above-mentioned dark.

[0017] A decision means judge for every pixel whether amendment data changed by said amendment data modification means exceeds a reference value especially with image pick-up equipment concerning invention according to claim 10, and a substitute means replace the pixel value of the pixel for [that] decision by the pixel value calculated from a pixel value of a pixel of that near when it is judged that the above-mentioned amendment data exceeds a reference value with this decision means added. Moreover, when in agreement with the substitute address the pixel location for [by said solid state image sensor] an image pick-up made the address the above-mentioned substitute address memory means remember to be a substitute address memory means to by_which the address with the necessity of replacing said image data was made to memorize beforehand, with the image pick-up equipment concerning invention according to claim 11, a substitute means replace the pixel value of the pixel by the pixel value which calculated from the pixel value of the pixel of the near added.

[0018] Moreover, with image pick-up equipment concerning invention according to claim 12, an offset amendment means was equipped with an A/D converter which changes an addition result of this adder into digital quantity while it was equipped with an adder adding a D/A converter which changes amendment data into an analog quantity, translation data of an analog quantity of this D/A converter, and image data of an analog quantity of said solid state image sensor.

[0019]

[Function] In invention claims 1-3 and given in eight, offset amendment is performed based on the amendment data for every pixel measured beforehand. In the case of the solid state image sensor of the amount property of amendments that amendment data has a pixel value dependence region at this time, it is collected in the amount of incident light corresponding to the outside of that field at the time of shipment, and when it is the solid state image sensor of the amount property of amendments without a pixel value dependence region, outputs are collected as amendment data at the time of dark. Thus, since a collection stage and a collection condition are changed according to the amount property of amendments, offset amendment with a precision high with an easy configuration is performed.

[0020] moreover, claim 4- in invention of 6, 10, and 11 publications The inside of each parameter of imaging time, the temperature of a solid state image sensor, a pixel value, and a pixel location, The mode which changes the amount of amendments in one of the arbitration or the combination of arbitration, or/and a pixel value are more than predetermined level at a certain time (). Or since the mode which adds the amendment which replaces the pixel value itself is taken when the location of an image pick-up pixel becomes the substitute address measured beforehand, amendment dispersion and amendment remnants are reduced, and it becomes much more highly precise offset amendment, and the artifact can be reduced.

[0021] Furthermore, in invention claim 7 and given in 12, since offset amendment is performed with an analog quantity and it is changed into digital quantity after that, the dynamic range of an A/D converter spreads.

[0022] Furthermore, since output data (amendment data) are changed based on imaging time at the time of the dark collected just before the image pick-up when there is no pixel value dependence region, it becomes real time amendment data which incorporated the temperature change of a solid state image sensor, and it can be managed with invention according to claim 9 even if it does not consider the effect which such a temperature change has on offset amendment.

[0023]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained, referring to a drawing. In addition, although the following examples apply the image pick-up equipment concerning this invention to medical X-ray-diagnosis equipment, of course, it is possible to apply to other devices, such as medical endoscope equipment.

[0024] (The 1st example) The 1st example is explained based on drawing 1.

[0025] The X-ray-diagnosis equipment shown in drawing 1 is equipped with the optical system 12 and TV camera 13 which were formed in the output side of I.I.11 while it is equipped with X-ray tube 10 which turns and carries out exposure of the X-ray to Analyte P, and the image intensifier (it is hereafter called "I.I.") 11 which receives the X-ray which has penetrated analyte. TV camera 13 is equipped with solid state image sensor 13a which arranged the photo detector which consists of CCD to two-dimensional corresponding to each pixel in this example.

[0026] It connects with the X-ray controller 15 through the high-voltage generator 14, and X-ray tube 10 answers the X-ray exposure signal S1 outputted from the X-ray controller 15, and the exposure of it has become possible about the X-ray. Moreover, I.I.11 inputs the X-ray which has penetrated Analyte P, the X-ray is changed into the lightwave signal corresponding to an optical image, and a lightwave signal is irradiated by solid state image sensor 13a of TV camera 13 through the optical system 12 which consists of a lens etc. The lightwave signal irradiated by solid state image sensor 13a is changed into the picture signal of quantity of electricity which corresponds in each photo detector corresponding to each pixel. Solid state image sensor 13a performs above-mentioned optical - electrical-and-electric-equipment conversion in response to the driving signal Sd and the pixel address signal Sa which are sent from the drive circuit 16.

[0027] The output side of TV camera 13 is further connected to one input edge of the adder 19 of 2 inputs through amplifier 17 and A/D converter 18. Thereby, after amplification, A/D conversion of the picture signal outputted from TV camera 13 is carried out, it serves as the image data Di of digital quantity, and is inputted into an adder 19.

[0028] On the other hand, it connects with the output side of the offset memory 20, and the pixel address signal Sa from the drive circuit 16 mentioned above inputs another input edge of an adder 19 into the input side of this offset memory 20. The offset memory 20 is made to have memorized in advance the offset data Doff as an amount of amendments decided for every pixel of solid state image sensor 13a (for it to be a positive or negative value for every pixel). This offset data Doff It is for amending an output at the time of dark, and collects and memorizes before the times of use of equipment, such as the time of shipment of equipment, beforehand. In addition, pixel value dependence region Rp for which the amount of amendments (= variations) as shown in the "amount of amendments-pixel value" property of solid state image sensor 13a at drawing 22 at the time of collection of offset data depends on a pixel value. When it is, it is this pixel value dependence region Rp. It collects by carrying out incidence of the optical image of a pixel value to avoid to solid state image sensor 13a.

[0029] The offset memory 20 is the offset data Doff of the address specified by the pixel address signal Sa. It is made to synchronize with arrival of the image data Di from solid state image sensor 13a, and outputs to an adder 19.

[0030] Thereby, an adder 19 adds two input data and sends addition data to CRT (cathode-ray tube)22 which is TV monitor through latter D/A converter 21. Consequently, an radioscopy image is displayed on real time in CRT.

[0031] Furthermore, the input machine 24 for carrying out the manual entry of the controller 23 which manages the whole equipment through the X-ray controller 15 or the drive circuit 16, and the information required for that controller 23 to this X-ray-diagnosis equipment is formed.

[0032] Thus, while carrying out exposure of the X-ray from X-ray tube 10 and obtaining an radioscopy image in this example, it is the pixel value dependence region Rp. In solid state image sensor 13a which it does not have, it is the pixel value dependence-region Rp about an output again at the time of dark. To solid state image sensor 13a which it has, the offset output value is beforehand measured for every pixel, and it is offset data Doff about this measured value. It carries out. And the offset data Doff is added or (when offset data Doff is positive) subtracted for every pixel to the image data Di outputted from solid state image sensor 13a, and offset is amended automatically (when offset data Doff is negative). Consequently, pixel value dependence region Rp While not being concerned with existence, but being able to acquire offset data required to offset the actual dark current good for every pixel and being able to amend the amount of offset to high degree of accuracy, dispersion between the pixels in offset amendment is cancelable good. By this, the resolution of an image cannot fall but can raise the S/N ratio of an image.

[0033] (The 2nd example) The 2nd example is explained based on drawing 2 and drawing 3. In addition, the same sign is given to a component the same as that of the above-mentioned example, or equivalent, and explanation is simplified or omitted (suppose that it is the same about the 3rd example or subsequent ones).

[0034] This 2nd example also takes into consideration imaging time (time amount which continues carrying out incidence of the optical image to a solid state image sensor).

[0035] The X-ray-diagnosis equipment concerning the 2nd example makes a controller 23 to the imaging time information Stime supply the pixel address signal Sa to this offset data generation circuit 30 from the drive circuit 16

again while it replaces with the offset memory of drawing 1 in the 1st example and forms the offset data generation circuit 30, as shown in drawing 2. For this reason, a controller 23 supplies the imaging time information $Stime$ with reference to the imaging time data memorized beforehand according to the image pick-up mode (fluoroscopy mode / photography mode (long duration exposure mode / short-time exposure mode)) specified through the input machine 24.

[0036] As specifically shown in drawing 3, the offset data generation circuit 30 was equipped with the multiplier 32 of 2 inputs which connected one input edge to the memory read-out side of the coefficient memory 31 which receives the imaging time information $Stime$, and this coefficient memory 31, and the offset memory 33 which receives the pixel address signal Sa , and has connected the read-out side of that offset memory 33 to the input edge of another side of a multiplier 32. The outgoing end of a multiplier 32 is connected to one input edge of an adder 19 like said 1st example.

[0037] Offset data $Doff *$ for every pixel collected like the 1st example is stored in the offset memory 33 in advance. For this reason, the offset memory 33 outputs offset data $Doff *$ corresponding to the address specified by the pixel address signal Sa to a multiplier 32. On the other hand, the coefficient memory 31 stores beforehand the coefficient corresponding to the merits and demerits of imaging time, like drawing 4, reads coefficient-C time corresponding to the exposure time information $Stime$, and outputs it to a multiplier 32. That is, when it is ordered a switch in image pick-up mode from the input machine 24, the exposure time information $Stime$ switches and coefficient-C time is also automatically changed into the value corresponding to the merits and demerits of exposure time.

[0038] Thus, the carrier beam multiplier 32 performs the multiplication of " $Doff = Doff * xCtime$ " for offset data $Doff *$ and coefficient-C time which were generated, and it is the final offset data $Doff$. It calculates for every pixel. This offset data $Doff$ In an adder 19, it is added to the pixel data Di , and the same offset amendment as the above-mentioned is given.

[0039] therefore, the offset amendment which originated in the dark current at the time of radioscopy according to this example -- every pixel -- and since it carries out in consideration of the merits and demerits of imaging time, whether it is prolonged exposure time, such as exposure mode, or is short-time exposure time, little highly precise offset amendment of amendment dispersion which is not influenced by the merits and demerits of the optical storage time can be performed for a long time.

[0040] In addition, the offset data generation device in this example may be constituted as shown in drawing 5. That is, offset data $Doff$ corresponding to the merits and demerits of imaging time, store the offset data for a selectable multiple frame in the offset memory of the offset memory circuit 34 beforehand, and corresponding to the exposure time information $Stime$ and the pixel address signal Sa It can be made to carry out read-out directly for every pixel.

[0041] (The 3rd example) The 3rd example is explained based on drawing 6 - drawing 8.

[0042] This 3rd example also takes into consideration the operating temperature of a solid state image sensor.

[0043] The temperature sensor 39 which detects the temperature of solid state image sensor 13a is formed in TV camera 13 of the X-ray-diagnosis equipment shown in drawing 6. This temperature sensor 39 changes by the thermistor, the thermocouple, and the semiconductor sensor, and is arranged near the solid state image sensor 13a. Thereby, a temperature sensor 39 outputs the temperature detection signal (for example, resistance value change) $Ctemp$ corresponding to the operating temperature of solid state image sensor 13a to a controller 23 mostly.

[0044] While a controller 23 performs control about X-ray exposure, it inputs the above-mentioned temperature detection signal $Ctemp$ periodically, usually calculates the operating temperature of solid state image sensor 13a which changes gradually by the table look-up, and outputs the element temperature information $Stemp$ corresponding to the result of an operation to the offset data generation circuit 40.

[0045] This offset data generation circuit 40 is equipped with a coefficient memory 41, a multiplier 32, and the offset memory 33 as shown in drawing 7 like the above-mentioned. The coefficient memory 41 has memorized beforehand coefficient-C temp (refer to drawing 8) corresponding to the size of the operating temperature of solid state image sensor 13a, and outputs coefficient-C temp according to the temperature value of the element temperature information $Stemp$ that it inputted to a multiplier 32. The pixel address signal Sa is similarly supplied to the offset data generation circuit 40. For this reason, in the offset data generation circuit 40, it is based on the element temperature information $Stemp$ and the pixel address signal Sa , and is offset data $Doff$ like the 2nd example. It is generated.

[0046] Therefore, the operating temperature of solid state image sensor 13a which changes every moment is measured in detail, and offset amendment seasoned also with an amended part according to this temperature value is carried out for every pixel. Consequently, even when the operating temperature of solid state image sensor 13a therefore goes up to increase of the operating time of the element itself, or the rise of environmental temperature, the precision fall of the offset amendment resulting from such a temperature change can be prevented, little highly precise offset amendment of amendment dispersion can be maintained, and the perspective diagram image of high quality can be obtained.

[0047] In addition, the above-mentioned offset data generation circuit 40 is the offset data $Doff$ for the multiple frame

which is different for every temperature like a thing given in drawing 5 although considered as the configuration which puts side by side a coefficient memory 41 and the offset memory 33. The stored offset memory circuit is equipped and you may make it supply the element temperature information Stemp and the pixel address signal Sa to this offset memory circuit.

[0048] (The 4th example) The 4th example is further explained based on drawing 9 - drawing 11.

[0049] This 4th example tends to consider the quantity of light which carries out incidence to a solid state image sensor, i.e., a pixel value, and tends to perform more proper offset amendment. As shown in drawing 22 depending on the class of solid state image sensor, there are some from which the proper amount of amendments (the variations of a pixel value: refer to drawing 21) changes according to a pixel value. Although the transfer remnants of a charge arise in the transfer process of the charge on a solid state image sensor, since it is dependent on the amount of the charge to transmit, the degree of these transfer remnants changes the amount of amendments as mentioned above.

[0050] X-ray-diagnosis equipment given in drawing 9 is making the output of A/D converter 18 which changes the output of TV camera 13 into digital quantity input as pixel value information Spx that it should correspond to change of this amount of amendments while it is equipped with the offset data generation circuit 50 and makes the pixel address signal Sa input into this generation circuit 50 like the above-mentioned from the drive circuit 16.

[0051] The offset data generation circuit 50 is equipped with the multiplier 32 which hangs the read-out data of the coefficient memory 51 to which the pixel value information Spx is made to supply, the offset memory 33 to which the pixel address signal Sa is made to supply, and both the memory 51 and 33 as shown in drawing 10, and is the multiplication result Doff of this multiplier 32. An adder 19 is supplied like the above-mentioned example. A coefficient memory 51 outputs the coefficient Cpx (for example, if a coefficient Cpx will also become large if a pixel value becomes large, and a pixel value becomes small on the contrary, a coefficient Cpx will also become small) corresponding to the specified pixel value information Spx (the amount of incident light), as shown in drawing 11.

[0052] For this reason, offset data Doff supplied to an adder 19 from the offset data generation circuit 50 Since it is corrected for every pixel according to the pixel value, the output "Di+Doff" of an adder 19 is corrected according to a pixel value. Therefore, since offset amendment resulting from the dark current is carried out in consideration of a pixel value, little highly precise offset amendment of amendment dispersion is carried out.

[0053] (The 5th example) The 5th example is further explained based on drawing 12 and drawing 13.

[0054] This 5th example takes into consideration the location of each pixel of a solid state image sensor. According to the location of a pixel, the proper amount of amendments for every pixel changes. Although the transfer remnants of a charge produce this in the transfer process of the charge on an image sensor, it originates in the degree of these transfer remnants changing with transfer path length.

[0055] The X-ray-diagnosis equipment of this example is [the path length conversion circuit 60 which converts that pixel address into the transfer path length TL in response to the pixel address signal Sa as shown in drawing 12, and] the amount Doff of amendments corresponding to the transfer path length TL which converted. It has the offset memory 61 to output. The offset memory 61 is the amount Doff of offset amendments which decreases the more the more the transfer path length TL becomes long, as shown in drawing 13. The amount Doff of amendments corresponding to the transfer path length TL which property data was memorized beforehand and ordered from the conversion circuit 60 Read-out has become possible. Offset data Doff by which reading appearance was carried out from the offset memory 61 It is sent to an adder 19. Other configurations are the same as that of the 1st example.

[0056] For this reason, according to this example, highly precise offset amendment which changed the amount of amendments for every pixel location can be carried out, the fall of spatial resolving power and the fall of a S/N ratio resulting from the difference in the transfer remnants of a charge can be prevented, and a high-definition fluoroscopy image with little amendment dispersion can be obtained.

[0057] (The 6th example) The 6th example is explained again based on drawing 14 - drawing 16.

[0058] This 6th example is applicable to the solid state image sensor of the amount property of amendments without the pixel value dependence region Rp as shown in drawing 22 mentioned above about an improvement of the collection stage of the amount of amendments.

[0059] The X-ray-diagnosis equipment concerning this example is equipped with the offset data generation circuit 70 which inputs the imaging time information Stime outputted from a controller 23 and the drive circuit 16, and the pixel address signal Sa, and the electronic switch 71 which has two change over edges a and b which switch according to the switch change over signal S2 from a controller 23 like drawing 14. The electronic switch 71 is inserted between A/D converter 18 and adder 19 in the output side of a solid state image sensor 18, and the offset data generation circuit 70. That is, while the common edge c of an electronic switch is connected to the outgoing end of A/D converter 18 and one change over edge a is respectively connected to one input edge of an adder 19, another change over edge b reaches the

offset data generation circuit 70. This electronic switch 71 switches to the change over edge b side at the change over edge a side at the time of OFF, when the switch change over signal S2 is ON.

[0060] The offset data generation circuit 70 is equipped with the offset memory 72 which inputs the pixel address signal Sa while it is equipped with the multiplier 32 of 2 inputs which consider the coefficient memory 31 which outputs coefficient-C time which inputs the exposure time information Stime and corresponds, and coefficient-C time as one input. The store / read-out control signal SW/R which controls the read-out mode from [from a controller 23] the write mode to this memory 72, and this memory 72 further in this offset memory 72 It is supplied. While image data Di inputs into the data write-in input edge of the offset memory 72 through the change over edge b of said electronic switch corresponding to this store/read-out; the data readout edge has the composition of reaching another input edge of said multiplier 32.

[0061] A controller 23 is the store / read-out control signal SW/R which serves as ON (at the time of a store), and OFF (at the time of read-out) synchronizing with ON (change over edge b side) of the switch change over signal S2, and OFF (change over edge a side) while outputting the imaging time information Stime according to image pick-up mode to the offset data generation circuit 70. It outputs. Corresponding to photography mode, this controller 23 carries out X-ray exposure and offset amendment, as shown in drawing 16.

[0062] Other configurations are the same as that of the 2nd example.

[0063] Actuation of this example is explained based on drawing 16. When it is in the condition that exposure of the X-ray is not carried out in a certain image pick-up mode 1 (for example, short-time exposure mode), they are always the switch change over signal S2, and a store / read-out control signal SW/R. It is set as ON (refer to drawing 16 (d) and (e)). Thereby, since the switch path of an electronic switch 71 is on the change over edge b side, the outgoing end of A/D converter 18 is connected to the offset memory 72, and just before [Di], i.e., the image data of one frame ago, is always periodically written in the offset memory 72 as offset data. Thereby, the offset data of the offset memory 72 is updated for every frame, and is the newest data.

[0064] Now and time of day t0 Image pick-up mode presupposes that it is not yet ordered X-ray exposure, although the mode 2 (for example, long duration exposure mode) was ordered (refer to this drawing (f)). Thereby, the gap of the frame signal VD is changed (for example, refer to this drawing which becomes long (a)), and the offset data newest by one-frame delay is written in the offset memory 72 for every frame concerning this new imaging time (for example, the image data Di in Frame Fn is written in by degree frame Fn+1 as offset data).

[0065] In this condition, it is time of day t1. If the X-ray exposure signal S1 which directs X-ray exposure initiation is turned on (refer to this drawing (a)) Degree frame Fn+1 After actual X-ray exposure was started by start time t1a (refer to this drawing (c)), Frame Fn applicable to ON of the X-ray exposure signal S1 At time-of-day t1b in which image data Di carried out write-in completion at the offset memory 72, they are the switch change over signal S2, and a store / read-out control signal SW/R shortly. It both synchronizes and falls off (refer to this drawing (d) and (e)). Consequently, the switch path of an electronic switch 72 changes to the opposite change over edge a side, and changes the offset memory 72 to a read-out condition.

[0066] By this, from the offset memory 72, reading appearance of the newest offset data Doff * of the pixel corresponding to the pixel address signal Sa is carried out, coefficient-C time according to the exposure time information Stime at that time multiplies this data Doff *, and it is the last offset data Doff. It calculates. Since the adder 19 is supplied, the translation data Di of now and A/D converter 18 is the offset data Doff of the newest [translation data / Di / the]. It adds or subtracts. This offset amendment is performed for every pixel.

[0067] Then, time of day t2 If the X-ray exposure signal S2 becomes off, actual X-ray exposure will also be ended synchronizing with this. However, the switch change over signal S2, and a store / read-out control signal SW/R An off condition is maintained to degree frame to which the image data of the frame concerning the exposure termination is outputted from solid state image sensor 13a, and the X-ray picture by which offset amendment was carried out according to image pick-up mode is displayed on CRT22.

[0068] And time of day t3 which the frame of an image processing finishes The switch change over signal S2, and a store / read-out control signal SW/R ON rises, and as mentioned above, the newest image data Di is serially written in the offset memory 72 as offset data.

[0069] thus, even if it could use the offset data which collected optical images to the timing in front of the image pick-up which does not carry out incidence in the case of the solid state image sensor without a pixel value dependence region and imaging time changed, it corresponded to the merits and demerits of the imaging time -- offset amendment of real time can be performed mostly. Consequently, since the amounts of amendments are collected under the temperature of a solid state image sensor in case an image pick-up is actually performed while high offset amendment of precision can be carried out, the amendment according to the temperature of a solid state image sensor which was mentioned

above has the advantage that become unnecessary and an element configuration and amendment processing become easy.

[0070] (The 7th example) The 7th example is further explained based on drawing 17 and drawing 18. This 7th example is the amount Doff of offset amendments. It is related with a cure when an absolute value is large.

[0071] As mentioned above, it responds to imaging time, element temperature, a pixel value, and a pixel location, and it is the amount Doff of offset amendments. Although a predominance of the technique to amend is very high, an error may be included slightly. Even if the rates of this correction error are few, it is the amount Doff of offset amendments. If an absolute value is large, a considerable error may remain in the amended image data "Di+Doff", and, in such a case, it can also become the cause of an artifact. Then, this example is the amount Doff of offset amendments. Even when an absolute value is large, it targets to offer an image with little artifact.

[0072] The X-ray-diagnosis equipment shown in drawing 17 is the amount Doff of offset amendments from the pixel address signal Sa and the offset data generation circuit 30 from the drive circuit 16. It was made to input, it was inserted between the substitute address decision circuit 80 which determines substitute pixel address Sa*, and an adder 19 and D/A converter 21, and it has the substitute circuit 81 which replaces the pixel value of determined substitute pixel address Sa*.

[0073] The substitute address decision circuit 80 is the amount Doff of offset amendments, as shown in drawing 18. It has the comparator 83 which compares the absolute-value circuit 82 which calculates an absolute value with the reference value De of the amount of offset amendments beforehand determined as the output of this absolute-value circuit 82, and the gate circuit 84 which are opened and closed in response to the comparison result of a comparator 83. A comparator 83 is the amount Doff of offset amendments. When an absolute value is below the reference value De, the output is maintained at OFF, but when a reference value De is exceeded, it rises to ON. Although the output of a comparator 83 serves as open (OFF) during OFF and a gate circuit 84 intercepts the pixel address signal Sa, when the output of a comparator 84 is ON, it becomes close (ON) and the pixel address signal Sa is passed. Consequently, the pixel address signal Sa at that time is supplied to the substitute circuit 81 as substitute pixel address Sa* from a gate circuit 84 at the time of the pixel address with which the output of a comparator 83 is turned on.

[0074] The substitute circuit 81 has a data register, a store, a read-out circuit, etc., and replaces the pixel value when being ordered in substitute pixel address Sa* with the pixel value of 1 pixel of contiguity. As this substitute, the average is calculated from the pixel value of two or more adjoining pixels, and the technique replaced by that average can also be adopted. The substitute circuit 81 supplies the image data "Di+Doff" which outputted namely, amended [offset] the adder 19 to D/A converter 21 of the next step as it is, when not ordered in substitute pixel address Sa*.

[0075] Other configurations and functions are the same as that of the thing of the 2nd example.

[0076] Thus, the amount Doff of offset amendments generated in the offset data generation circuit 30 When an absolute value exceeds a reference value De, the pixel address is automatically determined by the substitute address decision circuit 80. The pixel value in which the image data of this pixel address has a possibility that a pixel value may be replaced in relation with a contiguity pixel in the substitute circuit 81, and the comparatively big offset error may be contained is processed exactly. Consequently, while being able to offer an image with little artifact, the preventive measure of a duplex is given by the offset amendment and substitute by addition (subtraction) to amendment of an output at the time of dark, and that reliability becomes very high.

[0077] In addition, at this example, it is the amount Doff of amendments. Although it was made to replace if needed once not having been concerned with whether an absolute value is larger than a reference value but performing offset amendment by addition (subtraction), a switching circuit is inserted between the offset data generation circuit 30 and an adder 19, and it is the amount Doff of amendments. When an absolute value is larger than a reference value, it can avoid performing offset amendment by addition (subtraction).

[0078] Moreover, although the above-mentioned example was made into the parameter of offset amendment of imaging time, it can carry out similarly about an output (the 1st example), the temperature (the 3rd example) of a solid state image sensor, a pixel value (the 4th example), and a pixel location (the 5th example) at the time of the dark for every pixel collected in advance.

[0079] The modification of the 7th example of the above is shown in drawing 19. As shown in this drawing, this X-ray-diagnosis equipment was replaced with the substitute address decision circuit 80 mentioned above, and is equipped with the substitute information memory 86 to which only the pixel address signal Sa is supplied. The address which needs to replace image data before the times of equipment use, such as the time of shipment of this equipment, is measured by this substitute information memory 86, and that substitute address is written in it. For this reason, when the pixel address signal Sa corresponds to the memorized substitute address, substitute command signal Scd= ON is sent to the substitute circuit 81 from the substitute information memory 86, and image data is similarly replaced by having mentioned above

from it. the time of the pixel address signal Sa not corresponding to the memorized substitute address -- substitute command signal Scd= -- it becomes off and substitute actuation is not carried out. Thus, according to making it function, substitute actuation is attained with a easier configuration.

[0080] (The 8th example) The 8th example is further explained based on drawing 20. This example is related with the fitting location of an offset amendment device.

[0081] The X-ray-diagnosis equipment shown in drawing 20 changes the location of the offset amendment device of a thing given [concerning the 1st example] in drawing 1. Specifically, amplifier 17, the analog mold adder 90 of two inputs, amplifier 91, A/D converter 92, the digital processing circuit 93, and A/D converter 21 are inserted in this order between the output side of TV camera 13, and CRT22. On the other hand, it is the amount Doff of offset amendments: The read-out side of the offset memory 20 to read formed another D/A converter 94 and another amplifier 95 in this order, and has connected the outgoing end of amplifier 95 to the above-mentioned adder 90.

[0082] The amount Doff of offset amendments of the digital quantity by which reading appearance was carried out by this corresponding to the pixel address signal Sa After being changed into an analog quantity by D/A converter 94, it results in an adder 90. Since image data with an analog quantity is supplied to the adder 90 for every pixel, offset amendment "Di+Doff" of an analog quantity is carried out in an adder 90. After this amendment result is returned to digital quantity with A/D converter 92 after that, it is given to required digital processing in the digital processing circuit 93. Then, image data is returned to the picture signal of an analog quantity with D/A converter 21, and is displayed by CRT22.

[0083] Thus, before changing offset amendment into digital quantity, by carrying out with an analog quantity, all the bit length of A/D converter 92 can be effectively used as a part for image data, and bit length which was mentioned above is taken by offset amendment, and can avoid the problem that effective, effective bit length decreases.

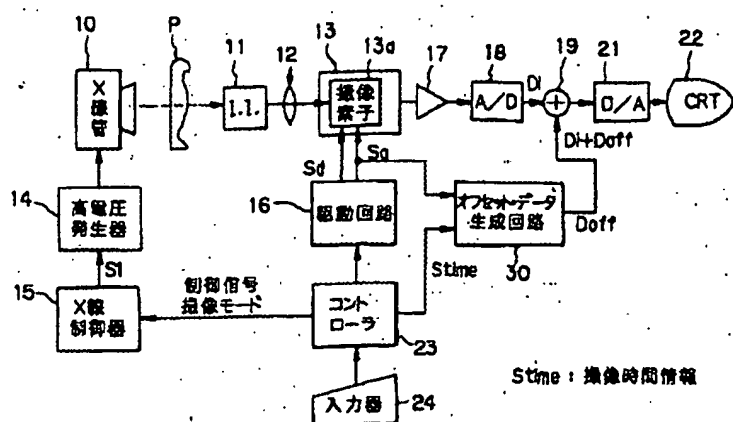
[0084] In addition, this example is the offset data Doff for every pixel collected at the time of shipment etc. Without being based and being limited to the configuration which carries out offset amendment The offset amendment (the 2nd example) based on imaging time, the offset amendment based on the temperature of a solid state image sensor (the 3rd example), It can carry out similarly about the offset amendment (the 4th example) based on a pixel value, the offset amendment (the 5th example) based on a pixel location, and the offset amendment (the 7th example) by substitute.

[0085] In addition, although the above 2nd - the 5th example explained the example carried out about what set up the parameter (imaging time, element temperature, a pixel value, pixel location) of offset amendment according to the individual again, it may consider as the parameter which combined the thing of arbitration suitably among these parameters, i.e., imaging time, element temperature, the pixel value, and the pixel location, and you may carry out about it. Moreover, you may carry out, combining suitably the offset amendment concerning those parameters, and the offset amendment by substitute.

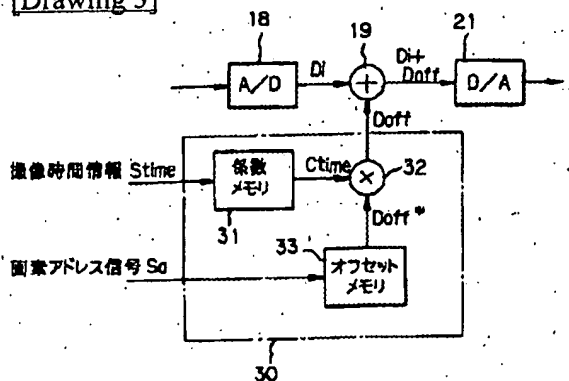
[0086]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the amount of offset resulting from the dark current of a solid state image sensor It responds to whether a pixel value dependence region has the amount of amendments. A proper mode for example, the mode amended in the amount of offset amendments for every pixel beforehand measured at the time of shipment etc. when there is a pixel value dependence region -- The inside of each parameter of imaging time, the temperature of a solid state image sensor, a pixel value, and a pixel location. The mode changed into digital quantity after performing offset amendment with the mode which changes the amount of amendments in one of the arbitration, or the combination of arbitration, the mode in which a pixel value adds the amendment which replaces the pixel value itself more than predetermined level at a certain time, and an analog quantity. The mode amended for every pixel with output data (amendment data) at the time of dark when there is no pixel value dependence region, The mode which changes output data (amendment data) based on imaging time at the time of the dark collected just before the image pick-up, After performing offset amendment with the mode and analog quantity with which a pixel value adds the amendment which replaces the pixel value itself more than predetermined level at a certain time, since it amends in the mode changed into digital quantity While reducing amendment remnants and amendment dispersion remarkably and raising spatial resolving power The fall of the information which can obtain the image of the high quality which raised the S/N ratio by reduction in the artifact, and is acquired from an image can be prevented, the bit length of an A/D converter can be used further effectively, and the dynamic range of an image can be raised.

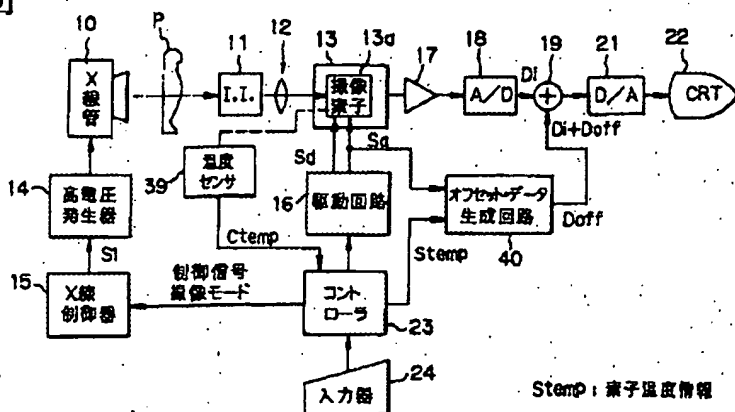
[Translation done.]



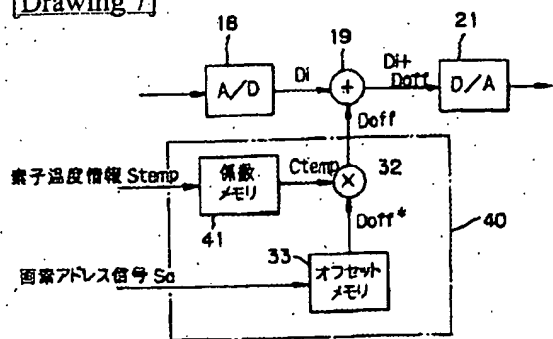
[Drawing 3]



[Drawing 6]

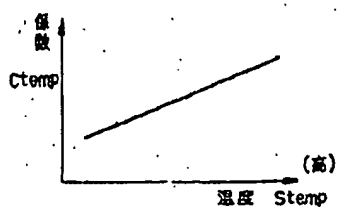


[Drawing 7]



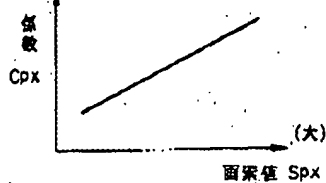
[Drawing 8]

(大)



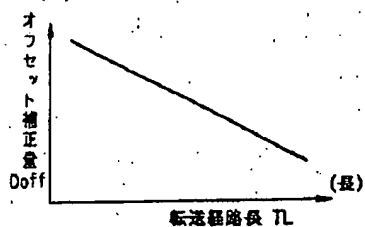
[Drawing 11]

(大)

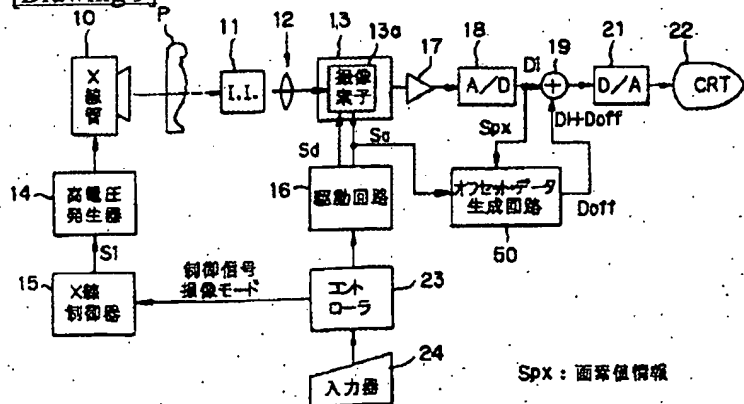


[Drawing 13]

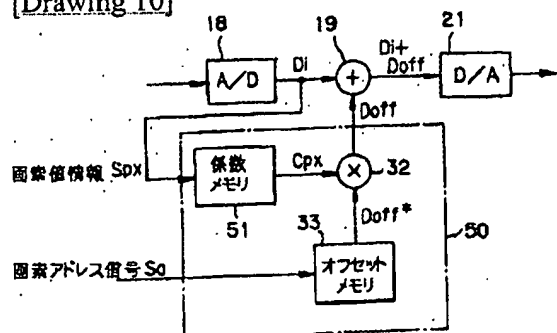
(大)

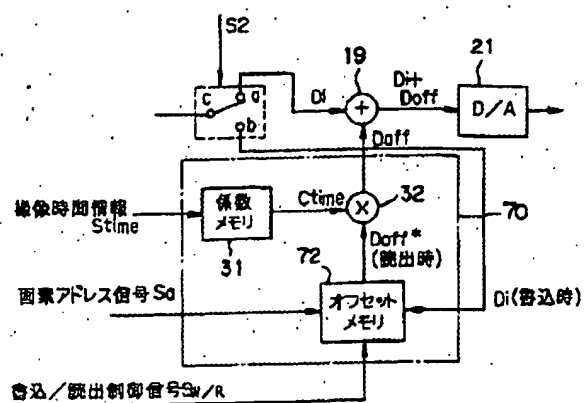


[Drawing 9]

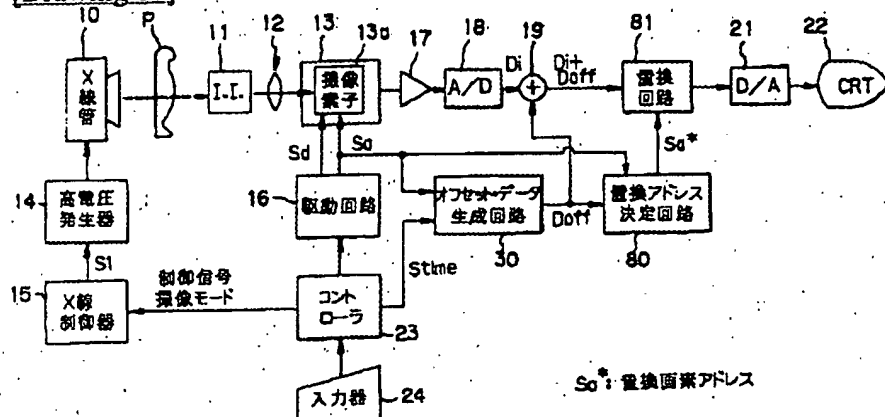


[Drawing 10]



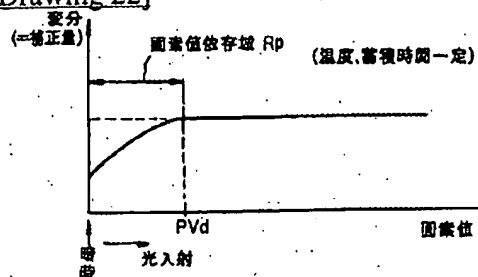


[Drawing 17]

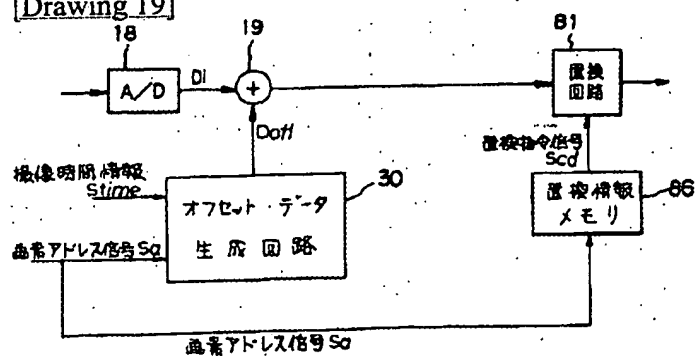
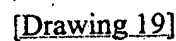
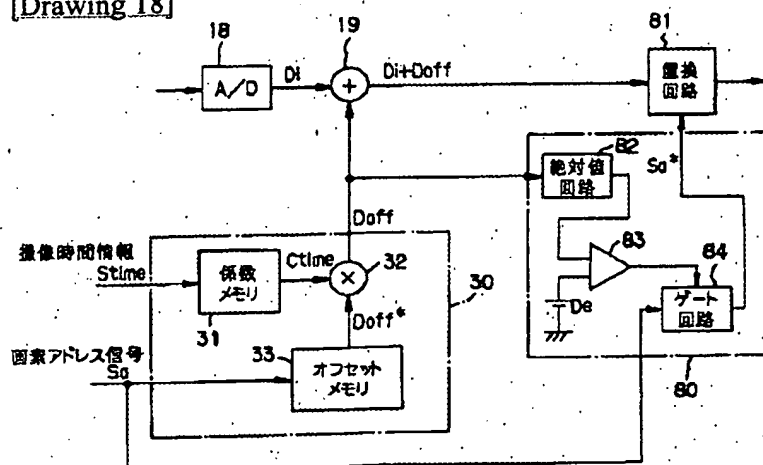
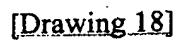
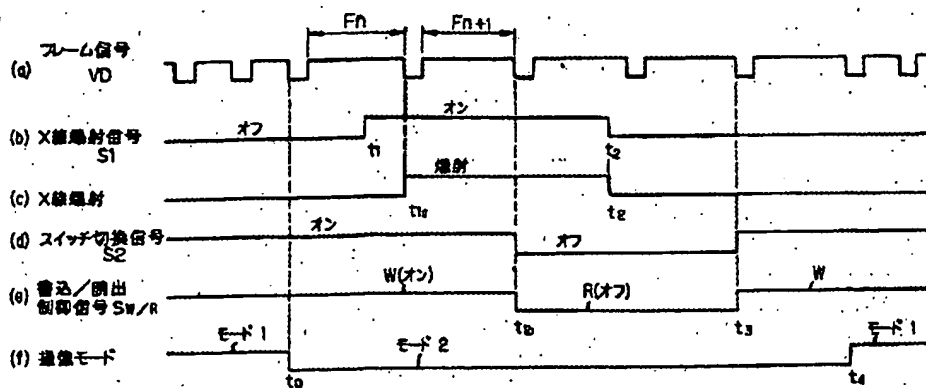


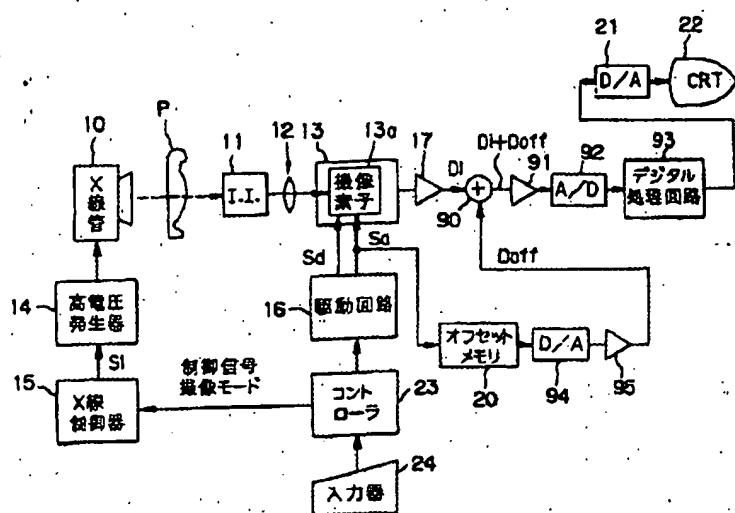
Sa*: 変換画素アドレス

[Drawing 22]



[Drawing 16]





[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

特開平7-236093

(43)公開日 平成7年(1995)9月5日

技術表示箇所

P

A 6 1 B 6/00

G O 6 T 1/00

9163-4C

A 6 1 B 6/ 00

303 F.

G O 6 F 15/ 64

400 E

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-22797

(22)出願日 平成6年(1994)2月21日

(71)出國人 000221214

東芝メディカルエンジニアリング株式会社
栃木県大田原市下石上1385番の1

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 永井 清一郎

栃木県大田原市下石上1385番の1 東芝メ
ディカルエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 西木 雅行

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

(74)代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

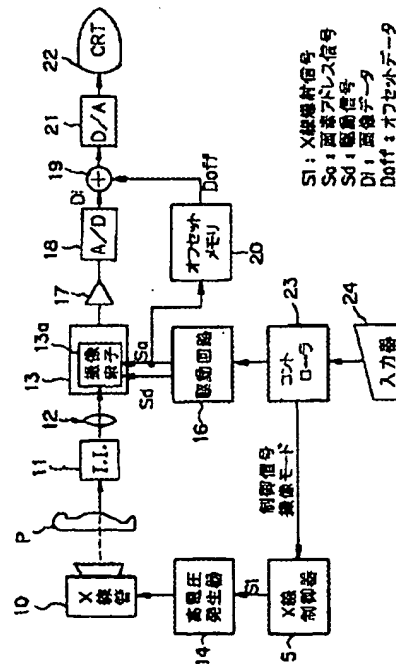
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【目的】固体撮像素子の暗電流に起因したオフセット量を高精度に補正し、補正残しや補正ばらつきを減らすと共に、分解能の高い像を得る撮像装置を提供。

【構成】撮像した光学像に対応した画像データを出力する固体撮像素子１３aを備えた。固体撮像素子１３aの画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段（オフセット・メモリ２０）と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて固体撮像素子１３aの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段（駆動回路２０、加算器１９）とを備えた。さらにオフセット補正量を撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置などに応じて変更する。画素値が大きい場合、画素値自体の置換も加える。アナログ量のままオフセット補正を行う。さらに補正データの特性に画素値依存域が在るか否かに応じて補正やデータ変更の態様を使い分ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像した光学像に対応した画素値から成る画像データを出力する固体撮像素子を備えた撮像装置において、上記固体撮像素子の画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて上記固体撮像素子からの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存する画素値依存域を有し、その補正データは当該撮像装置の使用時よりも前に測定され且つ記憶されたデータである請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】 前記補正データは、前記画素値依存域以外の領域に対応した画素値の光量を前記固体撮像素子に入射させて測定されたデータである請求項2記載の撮像装置。

【請求項4】 前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間、前記固体撮像素子の温度、前記画像データの画素値、及び前記画素の位置の各パラメータの内、少なくとも1つ又は複数の組み合わせに基づいて前記補正データを変更する補正データ変更手段を付加した請求項3記載の撮像装置。

【請求項5】 前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項6】 前記画像データを置換する必要があるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項7】 前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えたことを特徴とする請求項4、5又は6記載の撮像装置。

【請求項8】 前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存しない特性であり、且つこの補正データは光学像を固体撮像素子の入射させない状態で測定された暗時出力データである請求項1記載の撮像装置。

【請求項9】 前記暗時出力データは撮像時の直前のフレーム期間にて測定されたデータであり、前記光学像を

前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間に基づいて上記暗時出力データを変更する補正データ変更手段を付加した請求項8記載の撮像装置。

【請求項10】 前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項9記載の撮像装置。

【請求項11】 前記画像データを置換する必要があるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項9記載の撮像装置。

【請求項12】 前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えたことを特徴とする請求項9、10又は11記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、X線診断装置などに使われる撮像装置に係り、とくに光学像を撮像する撮像素子としてCCD (Charge Coupled Device) などの固体撮像素子を用いた撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の撮像装置を搭載した機器として、例えば医用のX線透視装置がある。このX線透視装置では、被検体を透過してきたX線がイメージ・インテンシファイヤ (I. I.) で光信号に変換され、この光信号が撮像装置に入射される。撮像装置では、そのTVカメラの固体撮像素子により、光信号が電気信号に変換される。そして、この撮像装置から出力された電気信号に基づきモニタに透視像が表示されるようになって

いる。

【0003】固体撮像素子では、受光部に配置される受光素子の内、被写体像を実際に光電変換させる有効画素領域と、光学的黒 (オプティカルブラック) と称する、遮光された画素領域とを有している。この光学的黒の画素領域からは暗電流が出力される一方で、有効画素領域からの暗電流はそのままオフセット分として有効画素領域の各画素の出力電流に重畳されるので、このオフセットを補正する必要がある。

【0004】このオフセット補正には種々の手法がある。その一つとして、暗時画像から暗時出力が一一定レベ

ル以上である欠陥(傷)画素の位置を予め検出し、その欠陥画素の画素値を隣接画素の画素値で置換する手法がある。また、別の手法として、例えば、特開平2-164184号公報記載の如く、光学像を固体撮像素子に入射させないタイミングで暗時出力をメモリに記憶させ、この記憶値を光学像入射時の固体撮像素子の出力から差し引き、これにより画素毎のオフセット補正をデジタル処理で行う手法も知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のオフセット補正には以下のような種々の未解決の問題があった。

【0006】まず、隣接画素の画素値で置換する手法では、欠陥画素が暗電流のばらつきに起因する場合、固体撮像素子の温度が高い状態で使用したり、撮像時間の長い撮像モードで使用する(すなわち、光蓄積時間が大きい)と、欠陥画素の数が必然的に増えるため、単なる画素値の置換では不十分で、補正残しが多くなり、画像の空間解像度が劣化するという問題があった。また、暗電

流以外の成分は正常な信号分であるにも関わらず、その正常な信号情報を置換により捨てていたことになり、画像から得られる情報量が減少するという問題があった。

【0007】一方、暗時出力を光入射時の出力から差し

引く手法にも、補正精度が低いなど、以下の不都合が残されていた。

【0008】まず、画素毎の補正量が画素値に依存する固体撮像素子を使用している場合、画素アドレス毎の画素値特性は図21のように表される。同図では、横軸に画素アドレスをとり、縦軸に画素値をとるとともに、温度や光蓄積時間などの条件を条件1から条件2に変えると、画素値の平均レベルがグラフ1からグラフ2に変化する様子を示している。これにより、画素毎の変分も変分1から変分2に変化(例えば大きくなる)している。この固体撮像素子に対する補正特性は通常、図21記載のグラフのように表される。横軸に画素値(=光の強さの平均レベル)、縦軸に変分(=補正量)をとり、ある画素の「画素値-変分」特性を表している。この特性から分かるように、画素値=0(即ち、暗時出力)からある値PVdまでの範囲(画素値依存域Rp)では、変分値もある初期値から徐々に増加し、画素値PVd以降では変分値が一定となっている。このような特性を示す固体撮像素子の場合、画素値依存域Rpでは暗時出力と補正量が異なるため、画素値依存域Rpに入る入射光レベルのときに、正確なオフセット補正を行うことができないという不都合がある。

【0009】一方、上述したように、画素毎の補正量が画素値に依存しない、つまり図22における画素値依存域Rpが無いフラットな特性の固体撮像素子を使用する場合でも、撮像モードに応じて撮像時間が変わるため、必要な補正量も変わる。しかし、上述のように暗時出力

である一定値の補正量を差し引くだけでは、正確に補正できない。すなわち、撮像モードに応じて撮像素子の光蓄積時間が変わり、画素毎の補正量はその光蓄積時間に依存するが、暗時出力の蓄積時間は撮像時の蓄積時間と必ずしも一致しないため、正確な補正量を得ることができないからである。

【0010】さらに、特開平2-164184号公報記載のように、デジタル処理でオフセット補正を行う場合、各画素の補正量(正又は負)にもビット長を割り当てる必要があるため、画素値に有効なビット長(ダイナミックレンジ)が減少する。例えばダイナミックレンジが4096(=12ビット)で補正量=-100であるとなると、有効なビット長は、4096-100=3996になってしまう。

【0011】この発明は、上述した従来技術の問題に鑑みてなされたもので、撮像素子の温度が高い状態で使用したり、撮像時間が長い場合でも、補正残し(補正ばらつき)を減らし、空間解像度の劣化を防止できるようにすることを第1の目的とする。また、画像から得られる情報量の減少を防止することを第2の目的とする。さらに、画素毎の補正量が画素値に依存するタイプの固体撮像素子を使用する場合でも、精度の高いオフセット補正を行うことを第3の目的とする。さらにまた、画素毎の補正量が画素値に依存しないタイプの固体撮像素子を使用する場合で、撮像時間が変わる場合でも、より正確なオフセット補正を行うようにすることを、第4の目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成させるため、この発明に係る撮像装置では、撮像した光学像に対応した画素値から成る画像データを出力する固体撮像素子を備える。さらに、上記固体撮像素子の画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて上記固体撮像素子からの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段とを備えたことを要部とする。

【0013】とくに、請求項2~4記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存する画素値依存域を有し、且つこの補正データは当該撮像装置の出荷時に測定されたデータである。例えば、前記補正データは出荷時に、前記画素値依存域以外の領域に対応した画素値の光量を前記固体撮像素子に入射させて測定されたデータである。また、前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間、前記固体撮像素子の温度、前記画像データの画素値、及び前記画素の位置の各パラメータの1つ又は複数の組み合わせに基づいて前記補正データを変更する補正データ変更手段を付加した。

【0014】とくにまた、請求項5記載の発明に係る撮

像装置では、前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。また、請求項 6 記載の発明に係る撮像装置では、前記画像データを置換する必要のあるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。

【0015】とくにまた、請求項 7 記載の発明に係る撮像装置では、前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換する D/A 変換器と、この D/A 変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換する A/D 変換器を備えた。

【0016】一方、請求項 8、9 記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存しない特性であり、且つこの補正データは光学像を固体撮像素子の入射させない状態で測定された暗時出力データである。例えば、前記暗時出力データは撮像時の直前のフレーム期間にて測定されたデータであり、前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間に基づいて上記暗時出力データを変更する補正データ変更手段を付加した。

【0017】とくに、請求項 10 記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。また、請求項 11 記載の発明に係る撮像装置では、前記画像データを置換する必要のあるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。

【0018】また、請求項 12 記載の発明に係る撮像装置では、オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換する D/A 変換器と、この D/A 変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換する A/D 変換器を備えた。

【0019】

【作用】請求項 1～3 及び 8 記載の発明では、予め測定

された画素毎の補正データに基づいてオフセット補正が行われる。このとき、補正データは、画素値依存域を有する補正量特性の固体撮像素子の場合、出荷時にその領域外に対応した入射光量で収集されるし、画素値依存域が無い補正量特性の固体撮像素子の場合、暗時出力が補正データとして収集される。このように補正量特性に応じて、収集時期及び収集状態を変えるので、簡単な構成ながら、精度の高いオフセット補正が行われる。

【0020】また、請求項 4～6、10、11 記載の発明では、撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置の各パラメータの内、任意の一つ又は任意の組み合わせで補正量を変更する態様、又は/及び、画素値が所定レベル以上あるとき（又は、撮像画素の位置が予め測定してある置換アドレスになったとき）には画素値自体を置換する補正を付加する態様が採られるので、補正ばらつきや補正残しを減らして、一層高精度なオフセット補正になるし、またアーチファクトを低減できる。

【0021】さらに、請求項 7 及び 12 記載の発明では、アナログ量のままオフセット補正を行い、その後、デジタル量に変換されるので、A/D 変換器のダイナミックレンジが広がる。

【0022】さらに、請求項 9 記載の発明では、画素値依存域が無い場合、撮像の直前に収集した暗時出力データ（補正データ）を撮像時間に基づいて変更するので、固体撮像素子の温度変化を取り込んだリアルタイムな補正データとなり、そのような温度変化がオフセット補正に与える影響を配慮しなくても済む。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照しながら、この発明の実施例を説明する。なお、以下の実施例はこの発明に係る撮像装置を医用の X 線診断装置に適用したものであるが、医用の内視鏡装置など、他の機器に適用することは勿論可能である。

【0024】（第 1 実施例）第 1 実施例を図 1 に基づいて説明する。

【0025】図 1 に示す X 線診断装置は、X 線を被検体 P に向けて照射する X 線管 10 と、被検体を透過してきた X 線を受けるイメージ・インテンシファイヤ（以下、「I. I.」と呼ぶ）11 とを備えとともに、I. I. の出力側に設けた光学系 12 及び TV カメラ 13 を備えている。TV カメラ 13 は、この実施例では CCD から成る受光素子を、各画素に対応して 2 次元に配列した固体撮像素子 13a を備えている。

【0026】X 線管 10 は高電圧発生器 14 を介して X 線制御器 15 に接続されており、X 線制御器 15 から出力される X 線照射信号 S1 に応答して X 線を照射可能になっている。また I. I. 11 は被検体 P を透過してきた X 線を入力し、その X 線を光学像に対応した光信号に変換するもので、光信号はレンズなどから成る光学系 12 を介して TV カメラ 13 の固体撮像素子 13a に照射

される。固体撮像素子13aに照射された光信号は、各画素に対応した受光素子夫々において対応する電気量の画像信号に変換される。固体撮像素子13aは駆動回路16から送られてくる駆動信号Sd及び画素アドレス信号Saを受けて上述の光-電気変換を行う。

【0027】TVカメラ13の出力側はさらに、増幅器17及びA/D変換器18を介して2入力の加算器19の一方の入力端に接続されている。これにより、TVカメラ13から出力された画像信号は増幅後、A/D変換されてデジタル量の画像データDiとなって加算器19

19に入力する。
【0028】一方、加算器19のもう一方の入力端はオフセット・メモリ20の出力側に接続され、このオフセット・メモリ20の入力側には前述した駆動回路16からの画素アドレス信号Saが入力するようになっている。オフセット・メモリ20には、固体撮像素子13aの画素毎に決まる補正量としてのオフセット・データDoff（画素毎に正又は負の値）を事前に記憶させてある。このオフセット・データDoffは、暗時出力を補正するためのもので、予め装置の出荷時など、装置の使用

時よりも前に収集され、記憶されている。なお、オフセット・データの収集時において、固体撮像素子13aの「補正量-画素値」特性に、図22に示すような補正量（=変分）が画素値に依存する画素値依存域Rpが在る場合、この画素値依存域Rpを避ける画素値の光学像を固体撮像素子13aに入射させて収集を行う。

【0029】オフセット・メモリ20は画素アドレス信号Saにより指定されたアドレスのオフセット・データDoffを、固体撮像素子13aからの画像データDiの到来に同期させて、加算器19に出力するようになっている。

【0030】これにより、加算器19は2つの入力データを加算し、加算データを後段のD/A変換器21を介してTVモニタであるCRT（陰極線管）22に送るようになっている。この結果、CRTにてX線透視像がリアルタイムに表示される。

【0031】さらに、このX線診断装置にはX線制御器15や駆動回路16を通じて装置全体を管理するコントローラ23及びそのコントローラ23に必要な情報を手

入力させるための入力器24が設けられている。
【0032】このように本実施例では、X線管10からX線を曝射させてX線透視像を得る一方で、画素値依存域Rpを持たない固体撮像素子13aには暗時出力を、また画素値依存域Rpを持つ固体撮像素子13aにはオフセット出力値を予め画素毎に測定しておき、この測定値をオフセット・データDoffとする。そして、固体撮像素子13aから出力された画像データDiにそのオフセット・データDoffを画素毎に加算（オフセット・データDoffが正のとき）又は減算（オフセット・データDoffが負のとき）して自動的にオフセットを補正す

る。この結果、画素値依存域Rpの有無に関わらず、実際の暗電流を相殺するのに必要なオフセット・データを画素毎に良好に取得でき、オフセット量を高精度に補正できるとともに、オフセット補正における画素間のばらつきを良好に解消することができる。これによって、画像の分解能は低下せず、画像のS/N比を向上させることができる。

【0033】（第2実施例）第2実施例を図2及び図3に基づいて説明する。なお、上記実施例と同一又は同等の構成要素には同一符号を付して説明を簡略化又は省略する（第3実施例以降についても同様とする）。

【0034】この第2実施例は、撮像時間（光学像を固体撮像素子に入射し続ける時間）をも考慮したものである。

【0035】第2実施例に係るX線診断装置は図2に示すように、第1実施例における図1のオフセット・メモリに代えて、オフセット・データ生成回路30を設けるとともに、このオフセット・データ生成回路30に駆動回路16から画素アドレス信号Saを、またコントローラ23から撮像時間情報Stimeを供給させる。このため、コントローラ23は入力器24を介して指定される撮像モード（透視モード/撮影モード（長時間露光モード/短時間露光モード））に応じて、予め記憶している撮像時間データを参照し、撮像時間情報Stimeを供給する。

【0036】オフセット・データ生成回路30は具体的には図3に示すように、撮像時間情報Stimeを受ける係数メモリ31と、この係数メモリ31のメモリ読出し側に、一方の入力端を接続させた2入力の乗算器32と、画素アドレス信号Saを受けるオフセット・メモリ33とを備え、そのオフセット・メモリ33の読出し側を乗算器32の他方の入力端に接続している。乗算器32の出力端は前記第1実施例と同様に加算器19の一方の入力端に接続されている。

【0037】オフセット・メモリ33には第1実施例と同様にして収集された画素毎のオフセット・データDoff*が事前に格納されている。このため、オフセット・メモリ33は画素アドレス信号Saで指定されるアドレスに対応したオフセット・データDoff*を乗算器32に出力する。一方、係数メモリ31は撮像時間の長短に対応した係数を予め格納しており、撮像時間情報Stimeに図4の如く対応した係数Ctimeを読み出し、乗算器32に出力する。つまり、入力器24から撮像モードの切り換えを指令した場合、撮像時間情報Stimeも切り換わり、係数Ctimeも撮影時間の長短に対応した値に自動的に変更される。

【0038】このようにして生成されたオフセット・データDoff*及び係数Ctimeを受けた乗算器32は、「Doff = Doff* × Ctime」の乗算を行い、最終的なオフセット・データDoffを画素毎に演算する。このオ

フセット・データDoffは加算器19において画素データDiに加算され、前述と同様のオフセット補正に付される。

【0039】したがって、この実施例によれば、X線透視時に、暗電流に起因したオフセット補正を画素毎に、且つ撮像時間の長短を考慮して行うので、長時間露光モードなどの長時間の撮影時間であっても、また短時間の撮影時間であっても、光蓄積時間の長短に影響されない、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正を行うことができる。

【0040】なお、この実施例におけるオフセット・データ生成機構は、図5に示すように構成してもよい。つまり、オフセット・メモリ回路34のオフセット・メモリに、予め撮像時間の長短に対応して選択可能な複数フレーム分のオフセット・データを格納しておき、撮影時間情報S time及び画素アドレス信号Saに応じたオフセット・データDoffを画素毎に直接、読出しできるようにしたものである。

【0041】(第3実施例)第3実施例を図6～図8に基づいて説明する。

【0042】この第3実施例は、固体撮像素子の動作温度をも考慮したものである。

【0043】図6に示すX線診断装置のTVカメラ13には、固体撮像素子13aの温度を検知する温度センサ39を設けている。この温度センサ39は例えばサーミスタ、熱電対、半導体センサで成り、固体撮像素子13aの例えば近傍に配置されている。これにより、温度センサ39は固体撮像素子13aの動作温度にほぼ対応する温度検知信号(例えば抵抗値の変化)Ctempをコントローラ23に出力する。

【0044】コントローラ23は、X線曝射に関する制御を行う一方で、上記温度検知信号Ctempを定期的に入力し、通常、徐々に変化する固体撮像素子13aの動作温度を例えばテーブル・ルックアップにより演算し、演算結果に対応した素子温度情報S tempをオフセット・データ生成回路40に出力する。

【0045】このオフセット・データ生成回路40は前述と同様に図7に示す如く、係数メモリ41、乗算器32、オフセット・メモリ33を備えている。係数メモリ41は固体撮像素子13aの動作温度の大小に対応した係数C temp(図8参照)を予め記憶しており、入力した素子温度情報S tempの温度値に応じた係数C tempを乗算器32に出力する。オフセット・データ生成回路40には画素アドレス信号Saも同様に供給されている。このため、オフセット・データ生成回路40では素子温度情報S temp及び画素アドレス信号Saに基づき、第2実施例と同様に、オフセット・データDoffが生成される。

【0046】したがって、時々刻々変わる固体撮像素子13aの動作温度が逐一、測定され、この温度値に応じた補正分も加味されたオフセット補正が画素毎に実施さ

れる。この結果、固体撮像素子13aの動作温度が素子自体の動作時間の増大や環境温度の上昇に拠って上がる場合でも、そのような温度変化に起因したオフセット補正の精度低下を防止でき、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正を維持して、高品質の透視画像を得ることができる。

【0047】なお、上記オフセット・データ生成回路40は係数メモリ41とオフセット・メモリ33とを併設する構成としたが、図5記載のものと同様に、温度毎に異なる複数フレーム分のオフセット・データDoffを格納したオフセット・メモリ回路を装備し、このオフセット・メモリ回路に素子温度情報S temp及び画素アドレス信号Saを供給するようにしてもよい。

【0048】(第4実施例)さらに、第4実施例を図9～図11に基づき説明する。

【0049】この第4実施例は、固体撮像素子に入射する光量、すなわち画素値を加味し、より適正なオフセット補正を行おうとするものである。固体撮像素子の種類によっては、図22に示すように、画素値に応じて適正な補正量(画素値の交分：図21参照)が変化するものがある。固体撮像素子上での電荷の転送過程においては電荷の転送残しが生じるが、この転送残しの程度は、転送する電荷の量に依存するので、上記のように補正量が変わるのである。

【0050】この補正量の変化に対応すべく、図9記載のX線診断装置はオフセット・データ生成回路50を備え、この生成回路50に、駆動回路16から画素アドレス信号Saを前述と同様に入力させるとともに、TVカメラ13の出力をデジタル量に変換するA/D変換器18の出力を画素値情報S pxとして入力させている。

【0051】オフセット・データ生成回路50は図10に示すように、画素値情報S pxを供給させる係数メモリ51、画素アドレス信号Saを供給させるオフセット・メモリ33、及び両メモリ51、33の読出しデータを掛ける乗算器32を備え、この乗算器32の乗算結果Doffを前述の実施例と同様に加算器19に供給するようになっている。係数メモリ51は図11に示す如く、指定された画素値情報S px(入射光量)に対応した係数C pxを(例えば、画素値が大きくなると係数C pxも大きくなり、反対に画素値が小さくなると係数C pxも小さくなる)を出力する。

【0052】このため、オフセット・データ生成回路50から加算器19に供給されるオフセット・データDoffは画素値に応じて画素毎に修正されているので、加算器19の出力「Di + Doff」も画素値に応じて修正される。したがって、暗電流に起因したオフセット補正が、画素値を考慮して実施されるので、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正が実施される。

【0053】(第5実施例)さらに、第5実施例を図12及び図13に基づいて説明する。

【0054】この第5実施例は固体撮像素子の各画素の位置を考慮したものである。画素の位置に応じて、各画素毎の適正な補正量が変わる。これは、撮像素子上での電荷の転送過程にて電荷の転送残しが生じるが、この転送残しの程度は転送経路の長さにより変わること起因する。

【0055】この実施例のX線診断装置は図12に示すように、画素アドレス信号Saを受けて、その画素アドレスを転送経路長TLに換算する経路長換算回路60と、換算した転送経路長TLに対応した補正量Doffを出力するオフセット・メモリ61とを備えている。オフセット・メモリ61は、図13に示す如く、転送経路長TLが長くなればなるほど減少するオフセット補正量Doffの特性データを予め記憶しており、換算回路60から指令された転送経路長TLに対応した補正量Doffを10 読出し可能になっている。オフセット・メモリ61から読み出されたオフセット・データDoffは加算器19に送られる。その他の構成は第1実施例と同様である。

【0056】このため、本実施例によれば、画素位置毎に補正量を変えた、より高精度なオフセット補正が実施され、電荷の転送残しの違いに起因した空間分解能の低下やS/N比の低下を防止でき、補正ばらつきの少ない高画質の透視像を得ることができる。

【0057】(第6実施例)また、第6実施例を図14～図16に基づいて説明する。

【0058】この第6実施例は補正量の収集時期の改善に関し、前述した図22に示すような画素値依存域Rpを持たない補正量特性の固体撮像素子に適用可能である。

【0059】この実施例に係るX線診断装置は、図14の如く、コントローラ23及び駆動回路16から出力される撮像時間情報S time及び画素アドレス信号Saを入力するオフセット・データ生成回路70と、コントローラ23からのスイッチ切換信号S2に応じて切り換わる2つの切換端a、bを有する電子スイッチ71とを備えている。電子スイッチ71は、固体撮像素子18の出力側におけるA/D変換器18及び加算器19とオフセット・データ生成回路70との間に介挿されている。つまり、電子スイッチの共通端cはA/D変換器18の出力端に、一方の切換端aは加算器19の一方の入力端に各々接続されているとともに、もう一方の切換端bはオフセット・データ生成回路70に至る。この電子スイッチ71は、スイッチ切換信号S2がオンのとき切換端b側に、オフのとき切換端a側に切り換わる。

【0060】オフセット・データ生成回路70は、撮像時間情報S timeを入力して対応する係数C timeを出力する係数メモリ31と係数C timeを一方の入力とする2入力の乗算器32とを備えるとともに、画素アドレス信号Saを入力するオフセット・メモリ72とを備えている。このオフセット・メモリ72にはさらに、コントロ

ーラ23から該メモリ72への書き込みモード及び該メモリ72からの読出しモードを制御する書込/読出制御信号S_{wr}が供給されるようになっている。この書込/読出に対応して、オフセット・メモリ72のデータ書込入力端には前記電子スイッチの切換端bを介して画像データDiが入力する一方で、データ読出し端は前記乗算器32のもう一方の入力端に至る構成となっている。

【0061】コントローラ23は、オフセット・データ生成回路70に対して、撮像モードに応じた撮像時間情報S timeを出力するとともに、スイッチ切換信号S2のオン(切換端b側)、オフ(切換端a側)に同期してオン(書込時)、オフ(読出時)となる書込/読出制御信号S_{wr}を出力するようになっている。このコントローラ23は、撮影モードに応じて、例えば図16に示す如くX線曝射及びオフセット補正を実施するようになっている。

【0062】その他の構成は第2実施例と同様である。

【0063】本実施例の動作を図16に基づいて説明する。ある撮像モード1(例えば短時間露光モード)においてX線が曝射されない状態のときは常に、スイッチ切換信号S2及び書込/読出制御信号S_{wr}がオンに設定されている(図16(d)(e)参照)。これにより、電子スイッチ71のスイッチ経路は切換端b側になっているので、A/D変換器18の出力端がオフセット・メモリ72に接続され、オフセット・メモリ72には常に直前の、即ち1フレーム前の画像データDiがオフセット・データとして定期的に書き込まれる。これにより、オフセット・メモリ72のオフセット・データはフレーム毎に更新され、最新のデータとなっている。

【0064】いま、時刻t₁にて撮像モードがモード2(例えば長時間露光モード)に指令されたが、X線曝射は未だ指令されていないとする(同図(f)参照)。これにより、フレーム信号VDの間隔が変更され(例えば長くなる:同図(a)参照)、この新しい撮像時間に係るフレーム毎に、1フレーム遅れて最新のオフセット・データがオフセット・メモリ72に書き込まれる(例えばフレームF_nでの画像データDiがオフセット・データとして、次フレームF_{n+1}で書き込まれる)。

【0065】この状態で、時刻t₁にて、X線曝射開始を指示するX線曝射信号S1がオンになると(同図(a)参照)、次フレームF_{n+1}の開始時刻t₁で実際のX線曝射が開始された後(同図(c)参照)、X線曝射信号S1のオンに該当するフレームF_nの画像データDiがオフセット・メモリ72に書き込み完了した時刻t₁にて、今度は、スイッチ切換信号S2及び書込/読出制御信号S_{wr}が共に同期してオフに立ち下がる(同図(d)(e)参照)。この結果、電子スイッチ72のスイッチ経路は反対の切換端a側に変わり、且つオフセット・メモリ72が読出し状態に変わる。

【0066】これにより、オフセット・メモリ72から

は画素アドレス信号 S_a に対応した画素の、最新のオフセット・データ D_{off}^* が読み出され、このデータ D_{off}^* に、その時点の撮影時間情報 S_{time} に応じた係数 C_{time} が掛け算されて、最終のオフセット・データ D_{off} が演算される。いま、 A/D 変換器18の変換データ D_i は加算器19に供給されているから、その変換データ D_i に最新のオフセット・データ D_{off} が加算又は減算される。このオフセット補正は画素毎に行われる。

【0067】この後、時刻 t_i でX線照射信号 S_2 がオフになると、これに同期して実際のX線照射も終了する。しかし、スイッチ切換信号 S_2 及び書込/読出制御信号 $S_{w/r}$ のオフの状態は、その照射終了に係るフレームの画像データが固体撮像素子13aから出力される次フレームまで維持され、撮像モードに応じてオフセット補正されたX線画像がCRT22に表示される。

【0068】そして、画像処理のフレームが終わる時刻 t_i で、スイッチ切換信号 S_2 及び書込/読出制御信号 $S_{w/r}$ がオンに立ち上げられ、前述したように、最新の画像データ D_i がオフセット・データとしてオフセット・メモリ72に逐次、書き込まれる。

【0069】このように、画素値依存域を持たない固体撮像素子の場合、光学像を入射させない撮像直前のタイミングで収集したオフセット・データを利用することができ、撮像時間が変わっても、その撮像時間の長短に対応したほぼリアルタイムのオフセット補正を行うことができる。この結果、精度の高いオフセット補正を実施できる一方で、撮像が実際に行われるときの固体撮像素子の温度下で補正量を収集しているため、前述したような固体撮像素子の温度に応じた補正は不要になり、素子構成及び補正処理が簡単になるという利点がある。

【0070】(第7実施例)さらに、第7実施例を図17及び図18に基づいて説明する。この第7実施例はオフセット補正量 D_{off} の絶対値が大きい場合の対策に関する。

【0071】前述したように撮像時間、素子温度、画素値、画素位置に応じてオフセット補正量 D_{off} を修正する手法は非常に優位性の高いものであるが、僅かながら誤差を含むこともある。この修正誤差の割合が僅かであっても、オフセット補正量 D_{off} の絶対値が大きければ、補正された画像データ「 $D_i + D_{off}$ 」には相当の誤差が残ることがあり、そのような場合、アーチファクトの原因にもなる得る。そこで、本実施例はオフセット補正量 D_{off} の絶対値が大きい場合でも、アーチファクトの少ない画像を提供することを、目的とする。

【0072】図17に示すX線診断装置は、駆動回路16からの画素アドレス信号 S_a 及びオフセット・データ生成回路30からのオフセット補正量 D_{off} を入力させ、置換画素アドレス S_{a^*} を決める置換アドレス決定回路80と、加算器19及び D/A 変換器21の間に介挿され、決定した置換画素アドレス S_{a^*} の画素値を置

換する置換回路81とを備えている。

【0073】置換アドレス決定回路80は図18に示す如く、オフセット補正量 D_{off} の絶対値を演算する絶対値回路82と、この絶対値回路82の出力と予め定めたオフセット補正量の基準値 D_e とを比較する比較器83と、比較器83の比較結果を受けて開閉するゲート回路84とを有する。比較器83はオフセット補正量 D_{off} の絶対値が基準値 D_e 以下のときは、その出力をオフに維持するが、基準値 D_e を越えたときはオンに立ち上げる。ゲート回路84は比較器83の出力がオフの間、開(オフ)となり、画素アドレス信号 S_a を遮断するが、比較器84の出力がオンのとき、閉(オン)となり、画素アドレス信号 S_a を通過させる。この結果、比較器83の出力がオンになる画素アドレスのとき、ゲート回路84からその時点の画素アドレス信号 S_a が置換画素アドレス S_{a^*} として置換回路81に供給される。

【0074】置換回路81はデータレジスタ、書込/読出回路などを有し、置換画素アドレス S_{a^*} が指令されたときの画素値を、例えば隣接1画素の画素値で置換する。この置換としては、隣接する複数の画素の画素値から平均値を演算し、その平均値で置換する手法も採用できる。置換回路81は、置換画素アドレス S_{a^*} が指令されないときは、加算器19の出力、即ちオフセット補正された画像データ「 $D_i + D_{off}$ 」をそのまま次段の D/A 変換器21に供給する。

【0075】その他の構成及び機能は、第2実施例のものと同一である。

【0076】このように、オフセット・データ生成回路30で生成されたオフセット補正量 D_{off} の絶対値が基準値 D_e を上回るときには、その画素アドレスが置換アドレス決定回路80により自動的に決定される。かかる画素アドレスの画像データは、置換回路81にて隣接画素との関連において画素値が置換され、比較的大きなオフセット誤差が含まれている恐れのある画素値が的確に処理される。この結果、アーチファクトの少ない画像を提供できるとともに、暗時出力の補正に対して、加算(減算)によるオフセット補正と置換とにより二重の防止策が施され、その信頼性が極めて高くなる。

【0077】なお、この実施例では、補正量 D_{off} の絶対値が基準値より大きいかな否かに関わらず、一度、加算(減算)によるオフセット補正を行った後に、必要に応じて、置換を行うようにしたが、オフセット・データ生成回路30と加算器19との間にスイッチング回路を介挿し、補正量 D_{off} の絶対値が基準値より大きいときには加算(減算)によるオフセット補正を行わないようにすることもできる。

【0078】また、上記実施例は撮像時間をオフセット補正のパラメータとしたが、事前に収集した画素毎の暗時出力(第1実施例)、固体撮像素子の温度(第3実施例)、画素値(第4実施例)、及び画素位置(第5実施

例)についても同様に実施できる。

【0079】上記第7実施例の変形例を図19に示す。同図に示すように、このX線診断装置は、前述した置換アドレス決定回路80に代えて、画素アドレス信号Saのみが供給される置換情報メモリ86を備えている。この置換情報メモリ86には、本装置の出荷時など、装置使用時よりも前に、画像データを置換する必要があるアドレスが測定され、その置換アドレスが書き込まれている。このため、画素アドレス信号Saが、記憶した置換アドレスに該当するとき、置換情報メモリ86から置換指令信号Scd=オンが置換回路81に送られ、前述したと同様に画像データが置換される。画素アドレス信号Saが、記憶した置換アドレスに該当しないときは、置換指令信号Scd=オフとなり、置換動作は実施されない。このように機能させることで、より簡単な構成で置換動作が可能となる。

【0080】(第8実施例)さらに第8実施例を図20に基づいて説明する。この実施例はオフセット補正機構の取付け位置に関する。

【0081】図20に示すX線診断装置は、第1実施例に係る図1記載のもののオフセット補正機構の位置を変更したものである。具体的には、TVカメラ13の出力側とCRT22との間に、増幅器17、2入力のアナログ型加算器90、増幅器91、A/D変換器92、デジタル処理回路93、及びA/D変換器21を、この順に介挿している。一方、オフセット補正量Doffを読み出すオフセット・メモリ20の読出し側は、別のD/A変換器94及び増幅器95をこの順に設け、増幅器95の出力端を上記加算器90に接続している。

【0082】これにより、画素アドレス信号Saに対応して読み出されたデジタル量のオフセット補正量DoffはD/A変換器94によりアナログ量に変換された後、加算器90に至る。加算器90にはアナログ量のままの画像データが画素毎に供給されているので、加算器90ではアナログ量のオフセット補正「 $D_i + D_{off}$ 」が実施される。この補正結果はその後、A/D変換器92でデジタル量に戻された後、デジタル処理回路93で必要なデジタル処理に付される。その後、画像データはD/A変換器21でアナログ量の画像信号に戻され、CRT22で表示される。

【0083】このようにオフセット補正を、デジタル量に変換する前に、アナログ量のまま実施することで、A/D変換器92のビット長を全て有効に画像データ分として利用することができ、前述したような、ビット長がオフセット補正に取られて、有効な有効なビット長が減少するという問題を回避できる。

【0084】なお、この実施例は、出荷時などに収集した画素毎のオフセット・データDoffに基づいてオフセット補正する構成に限定されることなく、撮像時間に基

づくオフセット補正(第3実施例)、画素値に基づくオフセット補正(第4実施例)、画素位置に基づくオフセット補正(第5実施例)、置換によるオフセット補正(第7実施例)についても同様に実施できる。

【0085】なおまた、上記第2～第5実施例ではオフセット補正のパラメータ(撮像時間、素子温度、画素値、画素位置)を個別に設定したものについて実施した例を説明したが、これらのパラメータ、即ち撮像時間、素子温度、画素値、画素位置の内、任意のものを適宜組み合わせたパラメータとし、それについて実施してもよい。またそれらのパラメータに係るオフセット補正と、置換によるオフセット補正とを適宜組み合わせる実施してもよい。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固体撮像素子の暗電流に起因したオフセット量を、その補正量が画素値依存域に在るか否かに応じて適宜な態様(例えば、画素値依存域がある場合、出荷時などに予め測定した画素毎のオフセット補正量で補正する態様、撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置の各パラメータの内、任意の一つ又は任意の組み合わせで補正量を変更する態様、画素値が所定レベル以上あるときには画素値自体を置換する補正を付加する態様、アナログ量のままオフセット補正を行ってからデジタル量に変換する態様など。画素値依存域が無い場合、暗時出力データ(補正データ)で画素毎に補正する態様、撮像の直前に収集した暗時出力データ(補正データ)を撮像時間に基づいて変更する態様、画素値が所定レベル以上あるときには画素値自体を置換する補正を付加する態様、アナログ量のままオフセット補正を行ってからデジタル量に変換する態様など)で補正することとしたので、補正残しや補正ばらつきを著しく減らして空間分解能を上げるとともに、アーチファクトの減少によりS/N比を向上させた高品質の画像を得ることができ、また画像から得られる情報の低下を防止でき、さらにはA/D変換器のビット長を有効に利用し、画像のダイナミックレンジを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】この発明の第2実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図3】第2実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図4】撮像時間と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図5】オフセット・データ生成回路の他の例を示すブロック図。

【図6】この発明の第3実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図7】第3実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図8】固体撮像素子の温度と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図9】この発明の第4実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図10】第4実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図11】画素値と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図12】この発明の第5実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図13】転送経路長とオフセット補正量の定性的な関係を説明するグラフ。

【図14】この発明の第6実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図15】第6実施例におけるオフセット・データ生成回路及びオフセット・データの取り込みを示すブロック図。

【図16】第6実施例の動作を説明するタイミングチャート。

【図17】この発明の第7実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図18】第7実施例のオフセット・データ生成回路及び置換アドレス決定回路のブロック図。

【図19】第7実施例の変形例に係るオフセット・データ生成回路及び置換アドレス決定回路のブロック図。 *

*【図20】この発明の第8実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

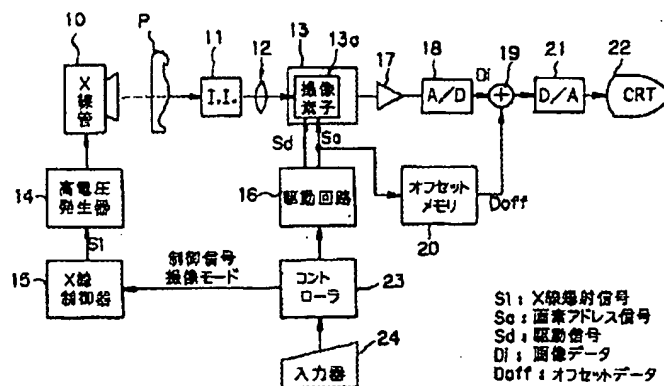
【図21】温度、蓄積時間などの条件をパラメータとしたときの、画素値の変分を説明するグラフ。

【図22】画素値依存域を説明するための、画素値-変分(補正量)の特性図。

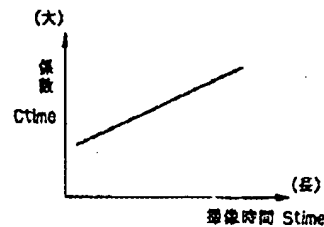
【符号の説明】

- 13 TVカメラ
- 13a 固体撮像素子
- 10 16 駆動回路
- 18 A/D変換器
- 19 加算器
- 20 オフセット・メモリ
- 23 コントローラ
- 30、40、50、70 オフセット・データ生成回路
- 34 オフセット・メモリ回路
- 39 温度センサ
- 60 経路長換算回路
- 61 オフセット・メモリ
- 71 電子スイッチ
- 80 置換アドレス決定回路
- 81 置換回路
- 86 置換情報メモリ
- 90 加算器
- 92 A/D変換器
- 94 D/A変換器

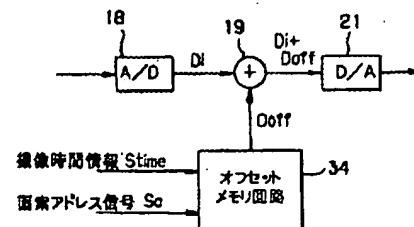
【図1】



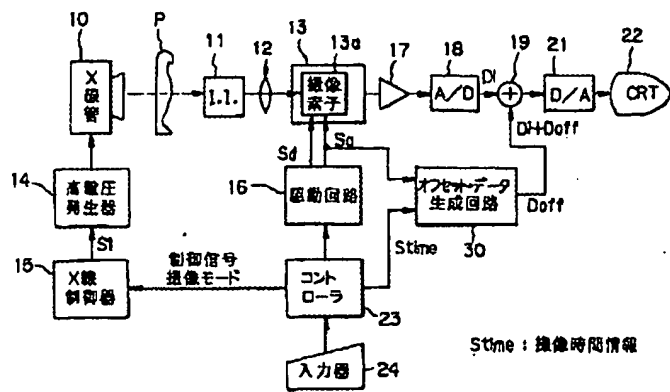
【図4】



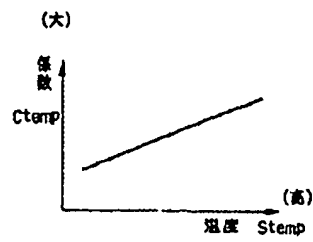
【図5】



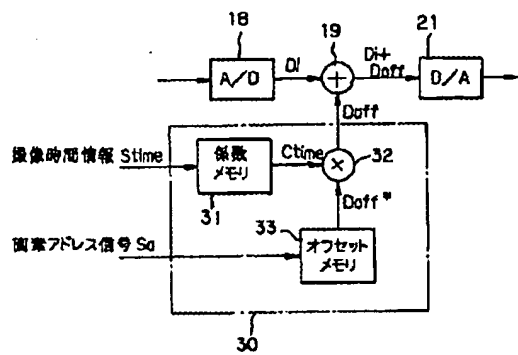
【図2】



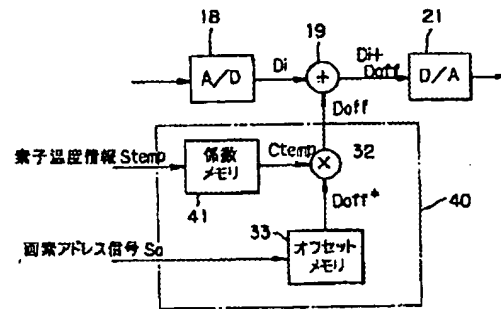
【図8】



【図3】

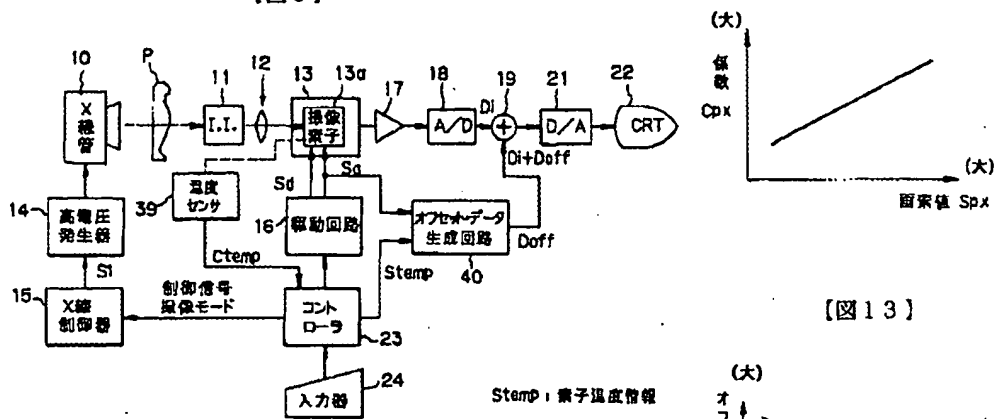


【図7】

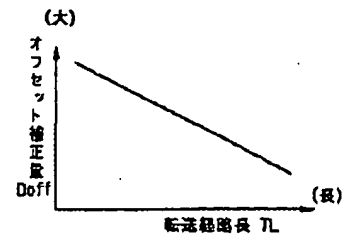


【図11】

【図6】

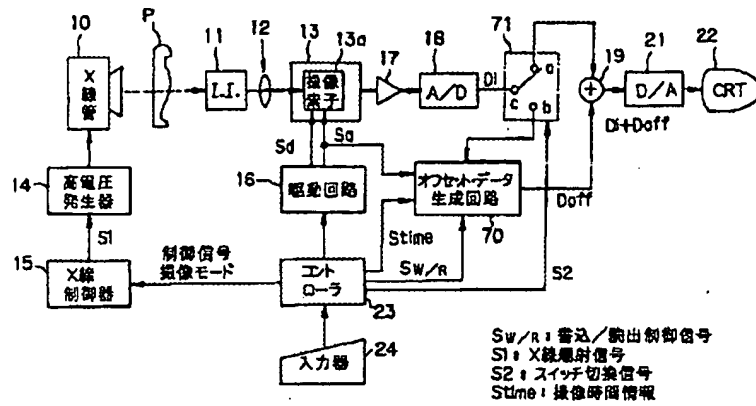


【図13】

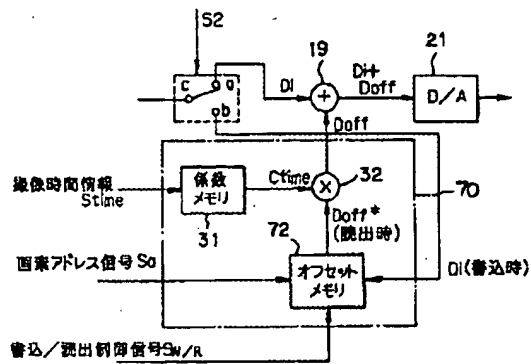


[illegible]

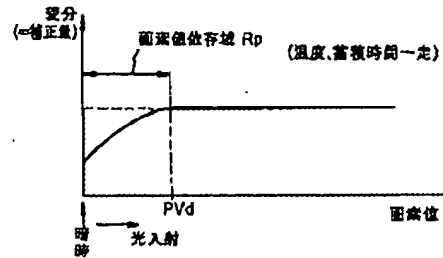
【図14】



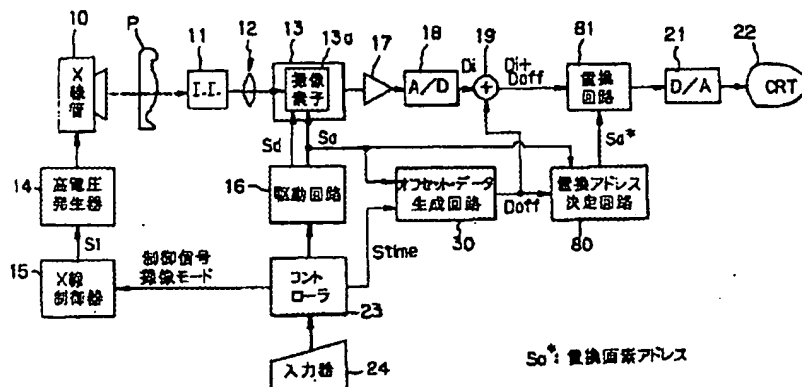
【図15】



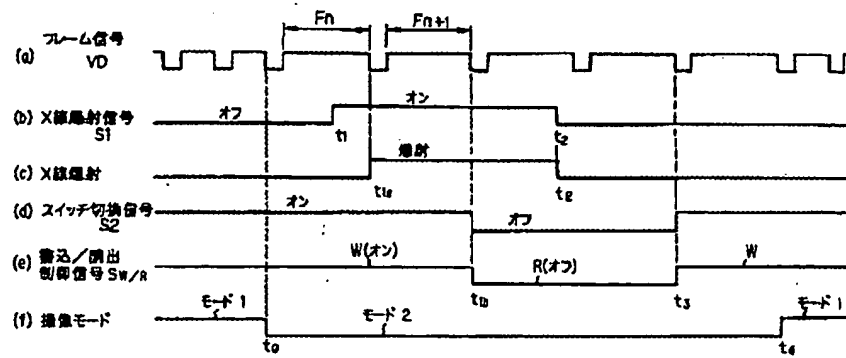
【図22】



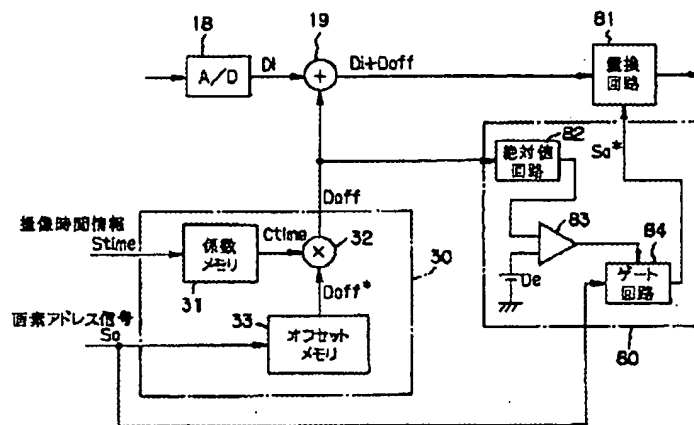
【図17】



【図16】



【図18】



[illegible]

(51)Int.Cl.⁶
H 0 1 L 31/09

技術表示箇所

A

(72)発明者 林 幹人
栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

(72)発明者 白石 邦夫
栃木県大田原市下石上1385番の1 東芝メ
ディカルエンジニアリング株式会社内